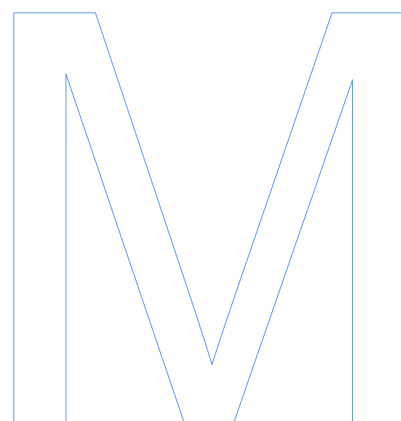


Eficiência do Trator Agrícola na Mobilização Principal na Região do Entre-Douro e Minho

José Francisco Ferreira

Mestrado Engenharia Agronómica
Departamento de Geociências,
Ambiente e Ordenamento do Território



Orientador

Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz,
Professor Dr.º Faculdade Ciências da Universidade do Porto

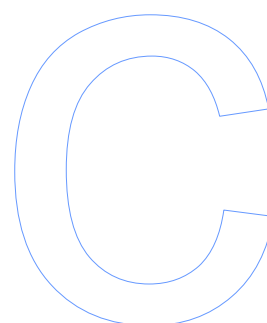
Co-orientador

Olívio Godinho Patrício,
Professor Dr.º Instituto Superior de Agronomia

Eng.º Daniel Matias,
Herculano - Ferpinta

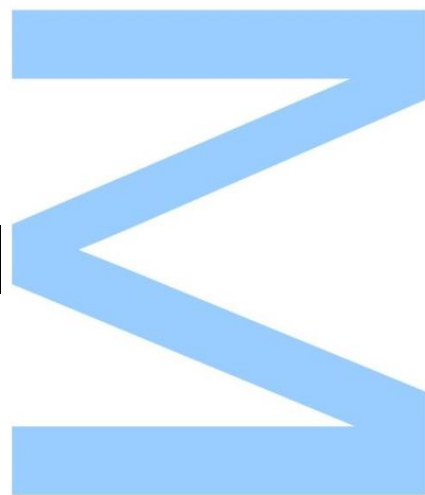


Porto
2013





Eficiência do Trator Agrícola na Mobilização Principal na Região do Entre- Douro e Minho



José Francisco Garcês Ferreira

Mestrado Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2013

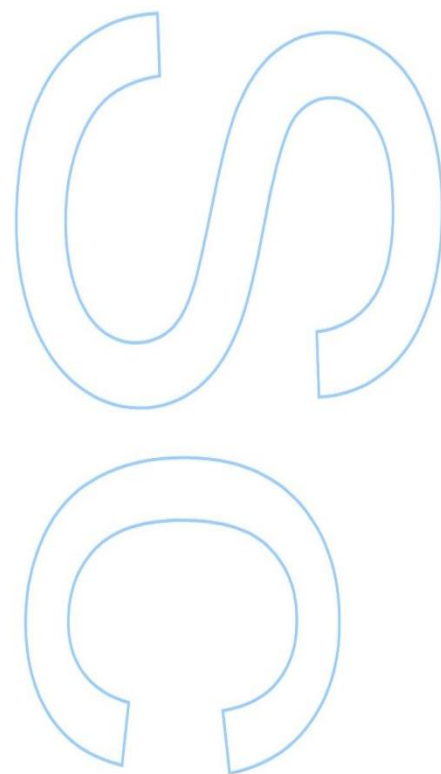
Orientador

Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz,
Professor Dr. Faculdade Ciências da Universidade do Porto

Co-orientador

Olívio Godinho Patrício,
Professor Dr. Instituto Superior de Agronomia

Eng.º Daniel Matias,
Herculano - Ferpinta



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____

M

S

C

Agradecimentos

A realização da presente dissertação de mestrado em Engenharia Agronómica pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), é fruto da colaboração e dos ensinamentos de muita gente com quem me relacionei de diferentes universidades, entre as quais, o Instituto Superior de Agronomia (ISA) e a Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), onde convivi e estudei e às quais deixo aqui os meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Olívio Godinho Patrício do ISA, por todos ensinamentos que me proporcionou desde a entrada no ISA e que se têm mantido ao longo deste tempo, pela revisão desta tese e por todas sugestões que tornaram a nossa tarefa menos árdua e pela aceitação neste projeto.

Ao Professor Jorge Lacerda Queiroz pela disponibilidade e acolhimento na representação da FCUP.

Ao Professor Fernando Santos da UTAD por todos ensinamentos ao nível teórico da mecanização agrícola e agradecer as sugestões e correcções, que foram muito importantes neste projeto.

Ao Engenheiro Daniel Matias da empresa *Herculano*, pela disponibilidade e apresentação da mais prestigiada empresa do País no âmbito das alfaías agrícolas.

Ao Engenheiro Filipe Campos do concessionário *John Deere*, pela disponibilidade e apresentação da Torre Marco, concessionário do concelho de Vila do Conde.

Ao Professor António Pires, Coordenador da Mecanização Agrária da Escola Profissional Agrícola Conde S. Bento, Santo Tirso (EPACSB), pelas sugestões e revisão do trabalho.

Ao Professor Afonso Martins da UTAD, pela amizade, motivação e força que sempre me disponibilizou.

Ao Professor Fernando Girão Monteiro do Instituto Superior de Agronomia (ISA), por toda ajuda no meu percurso académico no ISA.

Ao Professor Faustino Pérez da Universidade Politécnica de Cartagena (UPCT), pela amizade, cedência de material fotográfico e a ajuda prestada ao longo desta dissertação.

Ao meu amigo Sr. José Manuel Alves Capela, pela disponibilidade e pelo empréstimo do trator marca *New Holland T4050* e transmissão de conhecimentos no âmbito das alfaías agrícolas.

Ao Engenheiro Ricardo Pereira, pela ajuda, disponibilidade e entrega da metodologia experimental com o trator marca *Fendt309C*.

Ao Engenheiro José Miguel Teles, pela disponibilidade e tratamento de todo material fotográfico.

Ao Engenheiro João Reis, pela sua participação e por todos os conhecimentos transmitidos e revisão de toda a dissertação.

Ao amigo Tiago Santos e Silva, pela ajuda e disponibilidade ao longo deste trabalho na participação da metodologia experimental.

Ao meu amigo Alfonso Bustos Perez da UPCT, pela ajuda e simpática no decorrer destes últimos anos.

À Ana Luísa Botelho Cardoso, pela compreensão, apoio e incentivo ao longo de todo este percurso.

Aos meus grandes amigos Telmo Correia, Nelson Ferraz e José Teixeira, por toda ajuda e incentivo na elaboração desta dissertação.

Aos restantes meus amigos, pela ajuda e força que sempre me disponibilizaram.

A todos o meu muito obrigado.

Resumo

Os modernos tratores agrícolas constituem um veículo privilegiado de expansão e de desenvolvimento tecnológico. A utilização deste tipo de equipamentos permite a obtenção de informação pertinente sobre o desempenho da relação trator-alfaia.

Assim, com esta dissertação final do grau de mestre, em Engenharia Agronómica da FCUP, pretendo indicar o uso mais eficiente de alguma da tecnologia agrícola, relacionando a questão energética e o impacto das alfaias agrícolas nas boas práticas culturais e na conservação do solo.

Para tal, decidimos estudar a eficiência do trator agrícola na agricultura convencional, sendo do nosso ponto de vista um aspeto muito importante, dado que os custos de utilização do próprio equipamento são muito elevados.

Este trabalho tem como principal objetivo analisar a eficiência de campo dos tratores agrícolas, relacionando duas marcas de tratores de elevado valor, podemos concluir que verifica-se uma pequena diferença de valores do cálculo da força de tração (FT) obtidos através de Santos (1996) e os valores apresentados pela *Herculano*.

Por sua vez, o tipo de solo terá um papel de regulador no cálculo potência exigida à barra de tração pelo trator, ou seja, o coeficiente de resistência específico do solo (RE) determinar o enquadramento da potência do trator e a charrua.

Por último, salienta-se que podemos concluir que os tratores de marca *New Holland* com uma eficiência de campo (EC) média de 85%, apresentam valores muito semelhantes relativamente ao tempo de volta (Tv), sendo este o ponto principal na diferença de resultados relativamente ao trator *Fendt 309C* que apresenta uma EC média de 77%, o raio de viragem poderá ser um ponto significativo mas existe condicionantes que se mostram imprescindíveis no resultado obtido.

Palavras-chave: Trator agrícola; Eficiência; Alfaias agrícolas; Custos de manutenção.

Abstract

Modern farm tractors are a privileged vehicle of expansion and technological development. The use of this kind of equipment enables us to read valuable information about the performance of the relationship tractor – farm implement.

So, with this final dissertation for the master degree in farm engineering in sciences faculty of the University of Oporto (FCUP–OPORTO), I intend to show the most efficient use of some top farm technology relating the energetic issue with the impact of farm implements in good farming practices in soil conservation.

To accomplish this, we decided to study the efficiency of farm tractors in conventional farming, which is an important factor, considering that the costs of the use of such equipment are very high.

This dissertation aims mainly at analyzing the efficiency of farm tractors relating two high cost brands and also enhance all the inherent preventive maintenance costs of the tractor in farming facilities.

This work aims to analyze the field efficiency of agricultural tractors, relating two brands of tractors with high value, we can conclude that there is a small difference between our results, given by the calculation of the traction force (FT) obtained by Santos (1996) and the values presented by Herculano.

In turn, the type of soil will have a regulatory role in calculating the power required by the tractor drawbar, ie, the coefficient of specific soil resistance (RE) determine the framework of the power of the tractor and the plow.

Finally, we can conclude that the *New Holland* brand tractors, with an average field efficiency (EC) of 85 %, have very similar values for time back (Tv), being this fact the main difference in results with respect to the tractor *Fendt 309C* which has an average field efficiency of 77 % EC.

The turning radius can be a significant extent but there are constraints that show the essential result.

Key - words: Far tractor; efficiency; farm – implements; maintenance costs.

Extended Abstract

To accomplish this dissertation we would like to present outstanding concepts for the use of efficient usage of the tractor, like tractor efficiency, field capacity in which the importance of the use of tractors with different farmers should be respected so as to add us to a sustainable economic plan on a farm exploration.

When we frame the use of the tractor in the EDM region, we should take into account a relevant issue regarding efficiency and work capacity. The choice itself must be as careful as possible the choice of a tractor might lead to a change in the farm – implements the farmer has on the farm.

A wrong choice means that the relationship tractor farm – implement might not be efficient, it leads to an undersized of an implement to perform a specific operation, instead of using a more efficient one, esquire lent to the power of the tractor.

That is why it is important to make farmers aware of this problem. In this time of crisis in agriculture that we are currently having, on which the northern regions are at the tops, we cannot forget that we are talking about and dealing with the biggest dairy region, farm facilities with high milk output that consequently need on intensive system of fodder supply.

Powerful farm – implements are heeded to meet the needs of farmers, without for setting that it is necessary to reduce costs of tractor maintenance to the tractor.

The acquisition of farm implements on a farming facility should lead to more efficiency, cost-effectiveness and production.

To make farmers aware of the need to minimize maintenance costs with their machinery, while at the same time they should have and economic concerns with sustainability in the region which is known for its tradition in the cultivation of several fodder products.

We intend to give my contribution so the farmers can find more reliable alternatives to rentable their farm implements, make them aware of the costs of the different maintenance items of all his equipment and the periodic checkup maintenance so as to get a higher durability and cost-effectiveness of this farm implements.

In order to set a better adaptation tractor – implement it is necessary to know what farm - implement will fit the kind of produce he needs. The excess of soil ploughing leads to the loss of organic matter, being the soils in the region usually poor and thus they will be even poorer and more difficult to find a correct balance for supply of nutrients to natures.

During this experimental methodology, we came across many farmers with very different prospects in the regions (councils) of Maia, Vila do Conde, Póvoa do Varzim, Barcelos and Santo Tirso, the whole region of river Ave valley.

Farms with bad economic situations with an absurd excess of farm tractors and farm implements, some of them with three or four tractors, without a shelter for the situation of just one tractor being used, usually the latest bought. A tractor treated this way does not last ten years.

There are plenty of cases like this, on the other hand, there are also a few farmers with well-organized machinery, with a maintenance plan in which the whole equipment is cleaned, lubricated and if necessary some piece of machinery will be replaced or repaired so as to make the next campaign more efficient.

We intend to show how to get a higher cost-effectiveness from the tractor by mentioning some components of different models and we chose the two most representative tractors in Portugal.

In a nutshell, we want to stress that the concept of efficiency is very relative and it is necessary to fulfill some rules, in order to avoid serious damages on the equipment.

As examples I can point out the following:

Machinery (tractors and other implements) should always be used by same operator and not by a different number of persons.

The farmer himself should check fuel level at the end of each day, because of night condensation.

He should check tires pressure, cleanliness of the air filters, preferably on a daily basis in summer as we all know coincides with big farming ploughing and that brings about harmful dust for the whole tractor.

And of course everybody knows air – filter is the most important filter in any vehicle.

Índice

Agradecimentos	III
Resumo	V
Abstract	VI
Extended Abstract	VII
Índice de Figuras	XI
Índice de Quadros	XIII
Lista de Abreviaturas	XIV
1. Introdução	16
2. Nota Introdutória do tema na Região.....	18
2.1. Introdução	18
2.2. Caracterização do sistema agrícola na região	19
2.2.1. Superfície agrícola nas explorações na região	20
2.2.2. A estrutura do solo	21
2.3. Estado de sazão do solo	22
2.4. Compactação dos solos	24
2.5. Erosão do solo	25
3. Contexto da agricultura na região	27
3.1. Agricultura Convencional	27
3.2. Minimizar o uso das alfaías agrícolas	28
3.3. Mobilização Reduzida	29
3.4. Mobilização Mínima	30
3.5. Mobilização Intermédia	30
3.6. Mobilização Principal	32
3.6.1. A Charrua	33
3.7. Mobilização Secundária	34
3.7.1. Grade de Discos	35
3.7.2. Grade Rotativa	38
3.7.3. Subsolador	39
4. Material e métodos.....	40
4.1. Localização	40
4.2. Metodologia	40
4.3. Trator <i>New Holland TN75D</i>	44

4.4. Trator <i>Fendt 309C</i>	45
4.5. Trator <i>New Holland T4050</i>	45
4.6. Charrua <i>Herculano - Mengele</i>	46
5. Resultados/Discussão	48
5.1. Trator <i>New Holland TN75D</i> – Charrua H2F180° 16” – Solo Arenoso	48
5.2. Trator <i>New Holland TN75D</i> – Charrua H2F180° 16” – Solo Argiloso	51
5.3. Trator <i>Fendt 309C</i> – Charrua H2F180° 16” – Solo Arenoso	57
5.4. Trator <i>Fendt 309C</i> – Charrua H2F 180° 16” – Solo Argiloso	60
5.5. Trator <i>New Holland T4050</i> – Charrua H2F 180° 16” – Solo Arenoso	63
5.6. Trator <i>New Holland T4050</i> – Charrua H2F 180° 16” – Solo Argiloso	68
6. Conclusão	73
7. Bibliografia	75
Anexos	78

Índice de Figuras

Fig. 1.	Apresentação da série TTV da <i>Deutz</i> na região EDM.....	18
Fig. 2.	Exploração leiteira em Vila do Conde	19
Fig. 3.	Processo de formação dos solos	21
Fig. 4.	Estrutura do solo – Formação de agregação	22
Fig. 5.	Aparelho de Casa Grande	23
Fig. 6.	Determinação do limite de plasticidade.....	23
Fig. 7.	Trator agrícola <i>Deutz</i>	24
Fig. 8.	Compactação excessiva dos solos	25
Fig. 9.	Mobilização secundária	27
Fig. 10.	Panorâmica Mobilização secundária do solo	27
Fig. 11.	Avaliação da orientação da lavoura	28
Fig. 12.	Alfaia agrícola – Rototerra <i>Amazon</i>	29
Fig. 13.	Mobilização mínima do solo.....	30
Fig. 14.	Mobilização mínima, incorporação de adubo	31
Fig. 15.	Uso desadequado na mobilização mínima.....	31
Fig. 16.	Terminologia da lavoura executada por uma charrua de aivecas.....	32
Fig. 17.	Alfaia agrícola montada Charrua <i>Herculano - Mengele</i>	32
Fig. 18.	Alfaia agrícola Charrua <i>Herculano – Mengele</i>	33
Fig. 19.	Estado físico do solo após uma lavoura.....	34
Fig. 20.	Sistema de ligação trator – alfaia <i>Herculano</i> tipo “off-set”	34
Fig. 21.	Alfaia Agrícola Grade de discos <i>Herculano HRM</i>	36
Fig. 22.	Mobilização secundária com uma grade de discos “off-set”	36
Fig. 23.	Representação do princípio de funcionamento grade discos <i>Herculano HRM</i> “off-set”.	37
Fig. 24.	Lavagem de todos componentes que constituem uma Grade de discos <i>Herculano HRM</i>	37
Fig. 25.	Lavagem da chumaceira da Grade discos <i>Herculano HRM</i>	38
Fig. 26.	Alfaia agrícola Grade rotativa <i>Amazon</i>	38
Fig. 27.	Alfaia agrícola Subsolador <i>Galucho</i>	39
Fig. 28.	Vista aérea da parcela do ensaio.....	40
Fig. 29.	Charrua <i>Herculano H2F180º 16”</i>	41
Fig. 30.	Representação do equilíbrio das forças e momentos	43
Fig. 31.	Eficiência máxima do sistema de ligação trator-alfaia	44
Fig. 32.	Trator <i>New Holland TN75D</i>	44

Fig. 33.	Trator <i>Fendt 309C</i>	45
Fig. 34.	Trator <i>New Holland T4050</i>	46
Fig. 35.	Poder de elevação trator <i>New Holland T4050</i>	46
Fig. 36.	Charrua <i>Herculano - Mengele</i>	47
Fig. 37.	Estado físico do solo H2F 180° 16”	50
Fig. 38.	Eficiência de campo nos dois diferentes solos H2F 180° 16”	54
Fig. 39.	Velocidade média nos dois diferentes solos H2F 180° 16”	54
Fig. 40.	Tempo de trabalho nos dois diferentes solos H2F 180° 16”	55
Fig. 41.	Tempo de volta nos dois diferentes solos H2F 180° 16”	55
Fig. 42.	Tempo total nos dois diferentes solos H2F 180° 16”	56
Fig. 43.	Eficiência de campo dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16”	65
Fig. 44.	Velocidade média dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16”	66
Fig. 45.	Tempo de trabalho dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16”	66
Fig. 46.	Tempo de volta dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16”	67
Fig. 47.	Tempo total dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16”	67
Fig. 48.	Eficiência de campo dos tratores intervenientes – H2F 180° 16”	70
Fig. 49.	Velocidade média dos tratores intervenientes – H2F 180° 16”	71
Fig. 50.	Tempo de trabalho dos tratores intervenientes – H2F 180° 16”	71
Fig. 51.	Tempo de volta dos tratores intervenientes – H2F 180° 16”	72
Fig. 52.	Tempo total dos tratores intervenientes – H2F 180° 16”	72

Índice de Quadros

Quadro 1.	Caracterização das zonas com aptidão agrícola	20
Quadro 2.	Número de explorações e SAU (Superfície Agrícola Útil) em 2009	20
Quadro 3.	Rendimento à tração (ηt) (Potencia à barra/Potencia à TDF)	41
Quadro 4.	Dados do ensaio do trator <i>New Holland TN75D</i> – H2F 180° 16” – Solo Arenoso	48
Quadro 5.	Resultados obtidos do trator <i>New Holland TN75D</i> – H2F 180° 16” – Solo Arenoso	49
Quadro 6.	Dados do ensaio do trator <i>New Holland TN75D</i> – H2F 180° 16” – Solo Argiloso	52
Quadro 7.	Resultados obtidos do trator <i>New Holland TN75D</i> – H2F 180° 16” – Solo Argiloso	52
Quadro 8.	Resultados obtidos do trator <i>New Holland TN75D</i> – H2F 180° 16” nos diferentes tipos de solos	56
Quadro 9.	Dados do ensaio do trator <i>Fendt 309C</i> – H2F 180° 16” – Solo Arenoso	58
Quadro 10.	Resultados obtidos do trator <i>Fendt 309C</i> – H2F 180° 16” – Solo Arenoso	58
Quadro 11.	Dados do ensaio do trator <i>Fendt 309C</i> – H2F 180° 16” – Solo Argiloso	60
Quadro 12.	Resultados obtidos do trator <i>Fendt 309C</i> – H2F 180° 16” – Solo Argiloso	61
Quadro 13.	Resultados obtidos do trator <i>Fendt 309C</i> – H2F 180° 16” nos diferentes tipos de solos	62
Quadro 14.	Dados do ensaio do trator <i>New Holland T4050</i> – H2F 180° 16” – Solo Arenoso	63
Quadro 15.	Resultados obtidos do trator <i>New Holland T4050</i> – H2F 180° 16” – Solo Arenoso	64
Quadro 16.	Dados do ensaio do trator <i>New Holland T4050</i> – H2F 180° 16” – Solo Argiloso	68
Quadro 17.	Resultados obtidos do trator <i>New Holland T4050</i> – H2F 180° 16” – Solo Argiloso	68
Quadro 18.	Resultados obtidos do trator <i>New Holland T4050</i> – H2F 180° 16” nos diferentes tipos de solo	70

Lista de Abreviaturas

CAVD – Cooperativa Agrícola Vila do Conde

CET – Capacidade efectiva de trabalho

CTT – Capacidade teórica de trabalho

CV – Cavalos a vapor

DRAEDM – Direção Regional da Agricultura de Entre-Douro e Minho

DGADR – Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural

E - Escorregamento

EC – Eficiência de campo

EDM – Entre-Douro e Minho

FT – Força de Tração

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISA – Instituto Superior de Agronomia

LT – Largura de trabalho

PT – Profundidade de trabalho

Ptn – Potencia teórica necessária

RE – Resistência específica do solo

η_t – Rendimento médio à tração

RPM – Rotação Por Minuto

SAU – Superfície Agrícola Útil

Td – Tempo de deslocação

TDF – Tomada de Força

Tm -Tempo de manutenção

Tme – Tempo morto evitável

Tmi - Tempo morto inevitável

To – Tempo de trabalho

Tp – Tempo de preparação

T_t – Tempo total

T_v – Tempo de Volta

UPCT – Universidad Politécnica de Cartagena

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

V_r – Velocidade real

V_t – Velocidade teórica

1.Introdução

O trabalho “Eficiência do trator agrícola na mobilização Principal na região do EDM”, realizado no Departamento de Ciências e Engenharia dos Biosistemas do ISA, encontra-se integrado num programa de estudos na região EDM, em seguimento de outros estudos levados a cabo pela Cooperativa Agrícola de Vila do Conde (CAVD).

A escolha do tema da eficiência do trator agrícola na mobilização primária, advém do facto do trator agrícola ser um auxiliar fundamental no trabalho diário do agricultor.

Desta forma, esta dissertação tem como principal objetivo estudar o uso e eficiência do trator agrícola na mobilização primária. Importa referir que este estudo é o resultado de uma análise detalhada e de um longo período, que compreendeu períodos de tempo distintos (cerca de dois anos e meio).

Assim, depois de definir as possíveis utilizações do trator agrícola na agricultura convencional, é imprescindível caracterizar e estudar a sua constituição geral e as respetivas alfaías agrícolas, de forma a racionalizar todas as operações culturais.

Na origem deste estudo, esteve a preocupação com a sustentabilidade agronómica, ambiental e económica da região do EDM. Esta é dominada pela forte tradição na produção de várias culturas forrageiras para alimentação do efetivo pecuário da própria região. Por sua vez, a componente prática desta dissertação foi realizada na maior província leiteira a nível nacional.

Desta forma, procurou-se dar uma resposta imediata aos problemas que afetam diariamente os produtores da região, mais concretamente, o aumento excessivo do custo dos fatores de produção de uma exploração agrícola, que tornam cada vez mais difícil a sustentabilidade económica do setor leiteiro da região. Para diminuir os custos de produção das culturas forrageiras, é necessário adotar medidas concretas para uma maior eficiência de trabalho na mecanização agrícola e, assim, tornar a exploração mais rentável.

Para isso, é necessário enquadrar o agricultor na perspetiva do uso eficiente dos tratores e alfaías agrícolas. A redução de custos de produção depende de vários fatores entre os quais da redução dos consumos energéticos.

Assim, e nesta linha de trabalho, o estudo desenvolveu-se de forma a contribuir para uma melhor adaptação do trator agrícola às condições específicas das parcelas de estudo no EDM, por forma reduzir os custos de utilização e manutenção, sem afetar a EC nas operações culturais.

Na revisão bibliográfica desta dissertação pretende-se caracterizar os equipamentos, ou seja, as alfaia agrícolas utilizadas na realização da agricultura convencional.

Na componente prática, pretende-se realçar as diferentes características dos tratores utilizados, relativamente ao enquadramento destes na dimensão das parcelas, sempre com o foco nos custos de manutenção dos diferentes tratores e da charrua, sendo esta, a alfaia agrícola de maior relevância no contexto da mecanização agrícola da maioria das explorações da região do EDM.

2. Nota introdutória do tema na região

2.1. Introdução

A eficiência do trator agrícola está relacionada com os objetivos pretendidos pelo agricultor mas para isso, é necessário cumprir com um plano de manutenção preventiva recomendado pela marca.

A eficiência de funcionamento do motor pode ser apreciada tendo por base as curvas de desempenho, obtidas em ensaios à tomada de força (TDF), as quais relacionam a potência e o consumo específico do motor com o regime de funcionamento e com a carga a que o mesmo está sujeito. A EC é a relação entre a capacidade efectiva de trabalho (CET) e a capacidade teórica de campo (CTT) que normalmente é expressa sob a forma de percentagem:

$$EC (\%) = \frac{CET}{CTT} \times 100$$

A EC mede a relação entre o tempo que se está efetivamente a realizar trabalho e o tempo total que se passa no campo, ou seja, inclui todas as “perdas” de tempo associadas à mobilização, mas existem outros fatores inerentes, como a sensibilidade do sistema de controlo de tração, a distribuição de massas nos eixos, a caixa de velocidades, que são determinantes para a tração à barra (Santos, 2013). No nosso estudo consideramos as perdas associadas ao tempo de trabalho (T_o) e tempo de volta (T_v). A EC está dependente de várias condicionantes, tais como, a estrutura fundiária (fig. 1), o cumprimento do plano de manutenção periódica, das condições climáticas, do tipo de solo, da regulação do trator-alfaia e, finalmente, por condicionantes subjetivas, diretamente relacionadas com o “estado de espírito” ou experiência do operador. (exemplo - em parcelas de pequena dimensão e de forma irregular a EC na colheita do milho forragem pode ser inferior a 30 % (Santos, 2013).



Figura 1 – Apresentação da série TTV da Deutz na região EDM

Apesar das condições referidas, a potência do trator a utilizar em contínuo, não deverá exceder 80 a 90% da potência máxima do trator.

Assim, só com uma boa EC se pode obter um bom rendimento. O elemento principal para se obter uma boa EC é a estrutura fundiária, pois quanto maior for a área e mais regular for a parcela, maior é o seu valor. O avanço no painel de instrumentos do trator permite ao utilizador retirar o máximo proveito relativamente à velocidade de avanço e à largura de trabalho (LT) realizada numa determinada operação cultural.

2.2. Caracterização do sistema agrícola na região

O sistema de agricultura na região de Vila de Conde (fig. 2), conjuntamente com os concelhos de Barcelos e Póvoa de Varzim, é caracterizado por uma zona agrícola com uma forte aptidão para a criação dos bovinos estando ligado à produção de leite e carne, para além da produção de estrume, necessária à sua fertilização.

Atualmente na região EDM é predominante a produção de bovinos leiteiros, sendo o concelho de Barcelos, a região com maior exploração.

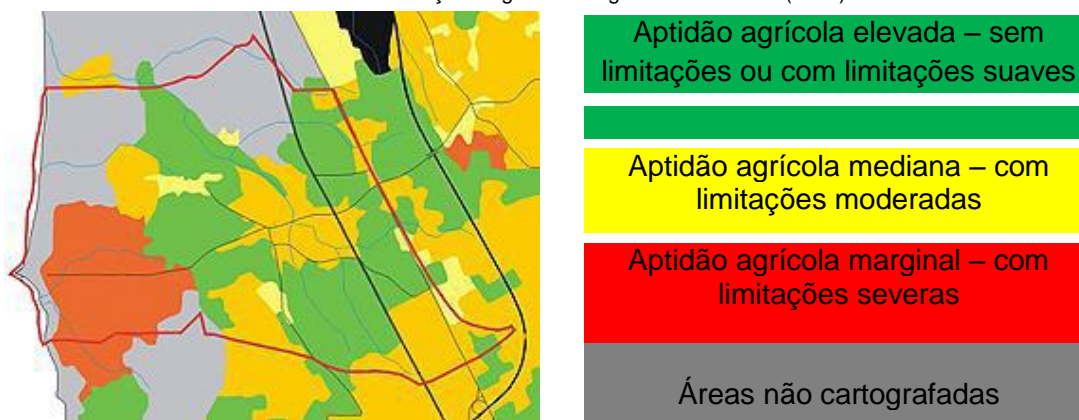


Figura 2 – Exploração leiteira em Vila do Conde

A agricultura é essencialmente de regadio, praticada em solos de elevada aptidão agrícola, em redor do aglomerado original do concelho de Vila de Conde, como podemos observar no quadro a seguir indicado.

Os terrenos agrícolas localizam-se geralmente em locais protegidos dos ventos pela ação protetora da mata.

Quadro 1 – Caracterização das zonas com aptidão agrícola do concelho de vila do conde
Fonte: Direção Regional da Agricultura de EDM (2012)



2.2.1. Superfície agrícola nas explorações na região

As explorações agrícolas a nível nacional apresentam uma dimensão significativa quando comparadas com as da região agrária do EDM, o que advém da prática sucessória ancestral em que o filho mais velho herdava todos os terrenos, implicando uma menor fragmentação das propriedades, como podemos observar através do gráfico relativo às explorações agrícolas com SAU, na região de EDM, comparativamente a outras zonas do norte do país.

Quadro 2 - Número de explorações e SAU (2012)
Fonte: INE – Direção Regional da Agricultura de EDM (2012)

	Norte	EDM	Porto	Vila do Conde	Guilhabreu
Explorações (n.º)	137 552	67 546	4 606	876	46
SAU (ha)	673 555	215 700	16 154	6 039	266
SAU por exploração (ha)	4.9	3.19	3.51	6.89	5.78

2.2.2. A estrutura do solo

O solo (fig. 3) constitui a interface entre a atmosfera e a litosfera, por onde passa o ciclo de nutrientes, essencial à manutenção da vida à superfície do planeta (Martins,2006). Este é constituído por uma parte porosa (Ar e Água) e uma parte sólida (Matéria Orgânica e Matéria Mineral).

Segundo o mesmo autor, do ponto de vista pedológico, o solo é um corpo natural, vivo e dinâmico, formado à superfície da crosta terrestre a partir de alterações de rochas, sob influência do clima, organismos, condições de relevo, ação do Homem.

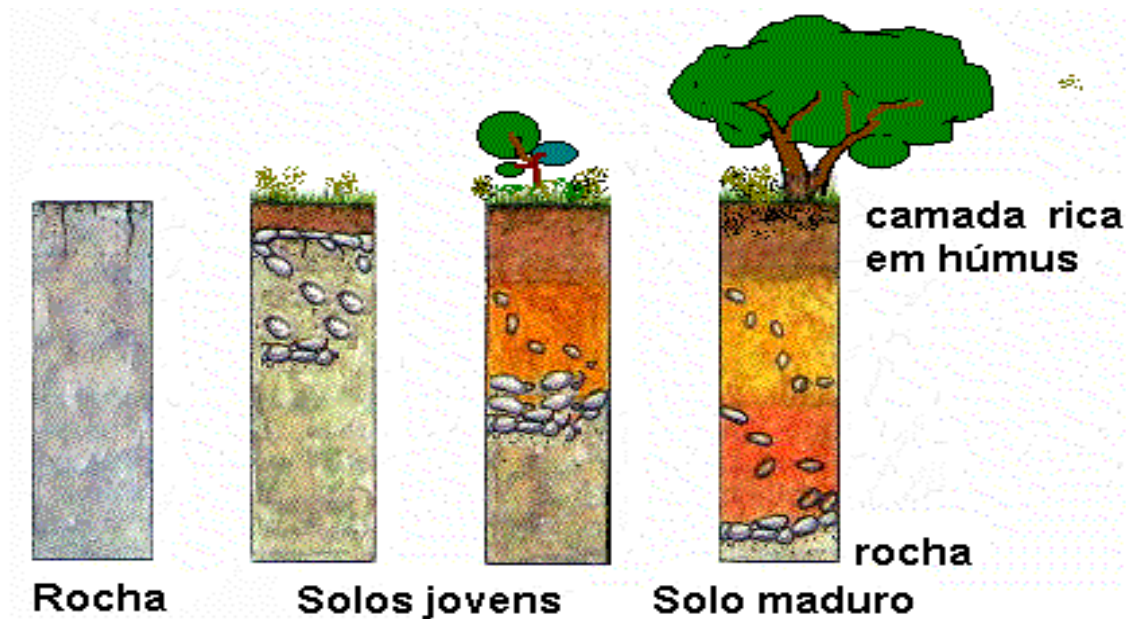


Figura 3 - Processo de formação dos solos
Fonte: Martins (2001)

Assim, a avaliação de um determinado solo, está sujeita a variáveis físicas (espessura, retenção de água, permeabilidade), químicas (capacidade de troca catiónica, pH, salinidade, matéria orgânica) e biológicas (atividade microbiológica, atividade enzimática, fauna do solo).

A estrutura do solo (fig. 4) é definida pela forma como as partículas de areia, argilas se organizam, juntamente com a matéria orgânica (Martins, 2006).

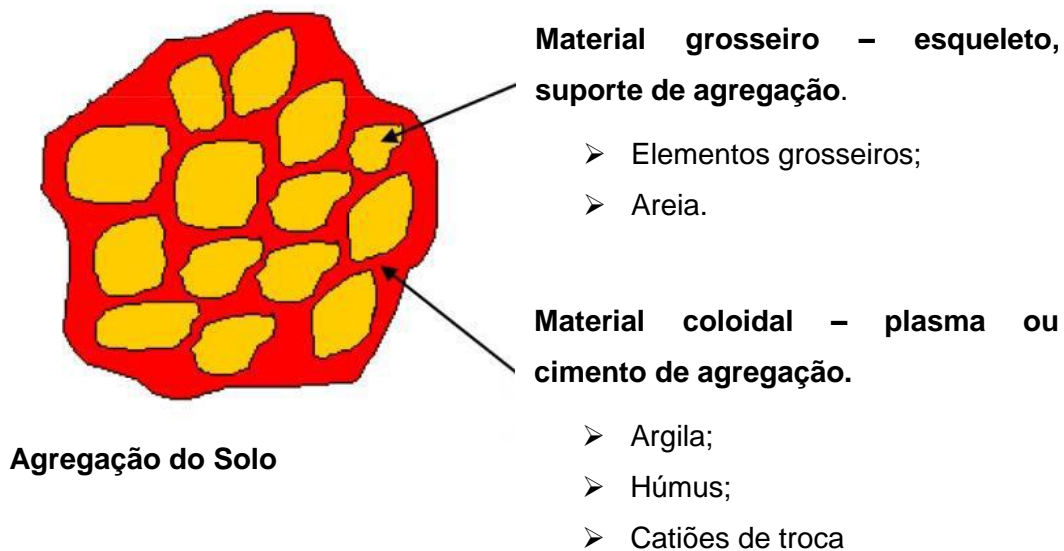


Figura 4 - Estrutura do solo – Formação de agregação
Fonte: Teles (2002)

2.3. Estado de sazão do solo

A plasticidade é quando um material se deforma e fica deformado, não voltando ao normal (Teles, 2006). No caso da plasticidade do solo é definida como propriedade de texturas finas, que consiste na maior ou menor capacidade de molde sob certas condições de humidade, sem variações de volume.

Segundo o autor a argila é a fração do solo, cujas partículas apresentam um diâmetro inferior a 0,002 mm e que, em contacto com a água adquirem plasticidade, adesividade e nula abrasividade; note-se que os solos arenosos não têm plasticidade.

O conceito de estado de sazão compreende o grau de humidade adequado para o trabalho no solo. Desta forma, se o teor de humidade for muito alto, a desagregação no solo é difícil pois tem elevada plasticidade e adesividade (Teles, 2006). O conhecimento do estado de sazão de um solo é determinante para a melhor prática da mobilização. Para esta avaliação é utilizado o método de determinação do limite de plasticidade e o limite de liquidez de um solo.

O conceito de limite de liquidez é o teor de humidade que separa o estado de consistência líquido do plástico, para o qual o solo apresenta uma pequena resistência à deformação mas sem fratura segundo Teles, (2006). Para este ensaio utiliza-se o aparelho de Casa Grande (figura 5).

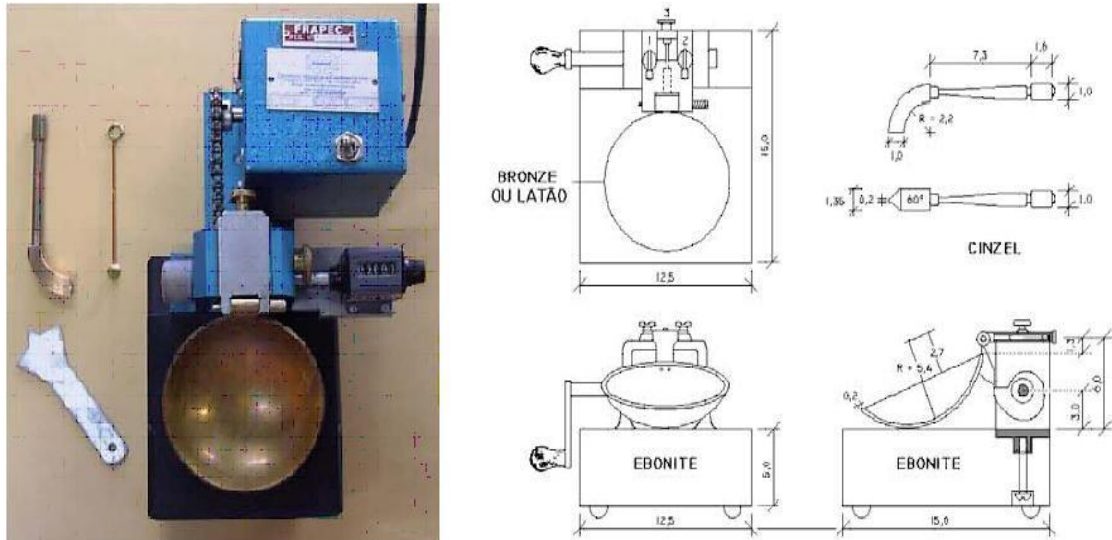


Figura 5 - Aparelho de Casa Grande
Fonte: Teles (Vila Real, 2002)

Segundo o mesmo autor, o conceito de limite de plasticidade corresponde a um teor mínimo de humidade no solo, na qual a coesão é pequena para permitir deformação, porém, suficientemente alta para garantir a manutenção da forma adquirida, ou seja, o limite de plasticidade é o extremo inferior do intervalo de variação do teor de humidade no qual o solo apresenta comportamento plástico.

Desta forma à classificação dos solos, quanto à sua plasticidade, o conceito de índice de plasticidade, é a diferença entre o limite de plasticidade e o limite de liquidez segundo Teles, (2006). Na figura 6 é determinado o limite de plasticidade e a humidade perdida pelo solo, depois de secagem.

Por fim, deve-se colocar uma amostra de solo (200 g) na placa de vidro e juntar água, lentamente, amassar o solo húmido; quando a amostra tiver consistência, tentar fazer um rolo com cerca de 15 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro.

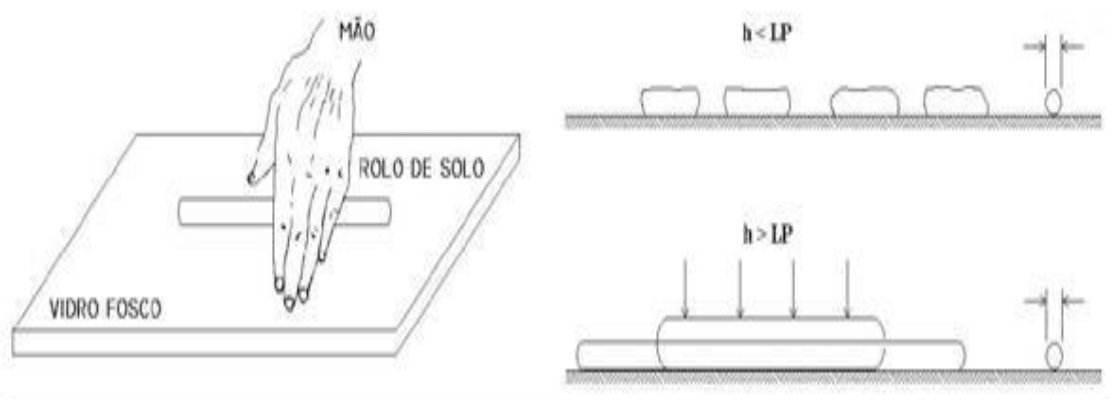


Figura 6 – Determinação do limite de plasticidade
Fonte: Teles (2002)

Deve-se dobrar o rolo para fazer um círculo, se o rolo partir, significa que tem água a menos, se por outro lado, não partir, significa que tem água a mais ou que foi alcançado o limite de plasticidade.

Segundo Teles, (2006), as mobilizações devem ser feitas em conformidade com o teor de humidade no solo, em termos gerais devido à quantidade de argilas presentes, a mobilização deve coincidir com a época de humidade adequada, pois a mobilização em épocas de elevada precipitação, promove a degradação do solo e as máquinas têm grande dificuldade em trabalhar.

2.4. Compactação dos solos

A impermeabilização e compactação dos solos são um problema tanto das áreas rurais como urbanas.

A compactação origina a perda de fertilidade, aumento do escoamento superficial das águas e, como consequência, menor retenção de água pelo solo, aumentando o risco de enchentes. Segundo Martins, (2006) o solo pode sofrer compactação por diversas fontes. Pelo pastoreio de animais, pessoas, passagem de veículos e a ação da chuva, diminuindo a porosidade do solo.



Figura 7 – Trator agrícola Deutz

Os solos compactos perdem porosidade, ficam com menos humidade e impedem a troca de gases com a atmosfera, diminuindo a fertilidade.

Nas áreas rurais, o cultivo contínuo causa compactação no solo e consequente impermeabilização, que é extremamente prejudicial ao desenvolvimento sustentável,

por outro lado, nos centros urbanos a impermeabilização do solo criado pelas infra-estruturas, aumenta o escoamento superficial, elevando os riscos de enchentes.

Segundo Teles, (2006) os processos de degradação do solo constituem um grave problema mundial, com consequências ambientais, sociais e económicas. À medida que a população mundial aumenta, a necessidade de proteger o solo, sobretudo para a produção alimentar, também aumenta.

Estes processos não podem ser totalmente eliminados, porém podem-se diminuir de forma considerável.

A mobilização do solo com recurso a equipamentos que pulverizam as camadas superficiais facilita o seu arrastamento pela água das chuvas, como se pode verificar através da figura 8. Deve-se, assim, reduzir a mobilização do solo, optando por sistemas de mobilização mínima.



Figura 8 – Compactação excessiva dos solos

A compactação resulta da degradação da sua estrutura, que advém sobretudo do movimento de máquinas em solos com elevada humidade, ou pulverização excessiva.

De acordo com Martins, (2006) a compactação modifica várias propriedades do solo, como a sua estrutura, porosidade, difusão de oxigénio, taxa de infiltração, causando assim uma maior resistência ao crescimento radicular e um a menor arejamento do solo. Estes fatores limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas.

2.5. Erosão do solo

Existem técnicas e cuidados a considerar para evitar o risco de erosão e, consequentemente, os problemas ambientais.

Segundo o mesmo autor, a camada superficial do solo é aquela que possui maior fertilidade, pelo que a adoção de práticas agrícolas capazes de impedir a sua perda, são uma necessidade atual. A erosão leva também a uma redução da qualidade do solo, além da perda em termos quantitativos.

As questões principais que se devem ter em conta nesta missão são as seguintes:

- Distribuição das culturas na exploração;
- Rotações culturais;
- Racionalização da mobilização do solo;
- Cuidados especiais de cultivo de terrenos declivosos.

Sempre que uma exploração agrícola disponha de parcelas com características distintas, deve-se efetuar uma distribuição adequada de culturas.

A causa mais importante da degradação do solo em Portugal Continental é a erosão provocada pela água da chuva, resultando daí a perda de partículas das suas camadas superficiais, reduzindo a espessura e a fertilidade da terra arável, segundo Martins, (2006). Outra consequência da erosão é o assoreamento dos rios e das albufeiras pelo depósito dos materiais arrastados pela água.

O arrastamento das partículas do solo torna-se mais intenso em encostas, causando, deste modo, a perda da sua fertilidade. Mas a erosão pode ser agravada pela atividade agrícola, como consequência da aplicação de práticas culturais incorretas:

- Rotações culturais desajustadas às características do solo e/ou do clima, inexistência de rotações ou permanência do solo nu durante a época das chuvas. Esta situação é mais grave nos sistemas de monocultura intensiva;
- Excesso de mobilização do solo - operações demasiado frequentes ou utilização de equipamentos que pulverizam excessivamente o solo e não deixam resíduos da cultura anterior na superfície;
- Mobilização do solo segundo a linha de maior declive em terrenos declivosos;
- Execução de operações culturais quando o solo apresenta condições de humidade inadequadas;
- Uso de métodos de rega inadequados às condições do terreno e má gestão da água, sobretudo em parcelas onduladas.

3.Contexto da agricultura na região

3.1. Agricultura Convencional

Nos últimos anos, a agricultura convencional caracteriza-se, provavelmente por ser a maior transformação que se verificou na agricultura mundial. Este conceito procura e concretiza a conciliação entre a conservação do ambiente (solo, água e atmosfera) e a economia das explorações agrícolas.



Figura 9 – Mobilização secundária

No enquadramento da agricultura em Portugal, as técnicas de preparação do solo são as convencionais, baseadas na mobilização principal, ou seja, a charrua e no complemento com as sucessivas mobilizações superficiais (fig. 9), como as gradagens.

Segundo Teles, (2006) as técnicas que por si só permitem o bom uso do solo, devido à sua pedologia mas, por sua vez, é uma técnica que exige energia e tempo. As técnicas de preparação do solo mais utilizadas no regadio em Portugal são as de agricultura convencional.



Figura 10 – Panorâmica Mobilização secundária do solo

Salientar-se que esse tipo de técnica da agricultura convencional é a mais exigente na questão de tempo e energia. Por sua vez, não permite um controlo da pedologia do solo, no sentido de controlar os riscos de se formarem horizontes impermeáveis em profundidade e superficialmente, através da lavoura ou das sucessivas gradagens, sobretudo quando o solo não se encontra nas melhores das condições para se efetuar qualquer tipo de mobilização, ou seja, o período de estado de sazão favorável para o tal efeito segundo Cardoso, (1965).

3.2. Minimizar o uso das alfaías agrícolas

Segundo as boas práticas agrícolas, o uso excessivo da fresa agrícola, é uma das principais causas que contribui para a erosão do solo.

A mobilização superficial é resultado da utilização de equipamentos que pulverizam as camadas superficiais do solo, segundo Teles (2006) facilitando o seu arrastamento pela água das chuvas.

Esta situação poderá ser corrigida fomentando as seguintes práticas:

- Usar técnicas de mobilização mínima;
- Evitar pulverizar demasiado o solo;
- Reduzir as mobilizações do solo, sobretudo durante o Outono;
- Executar as mobilizações do solo e a sementeira aproximando-se da orientação das curvas de nível.



Figura 11 – Avaliação da orientação da lavoura

Com o uso das boas práticas agrícolas, o utilizador do trator deverá encarregar-se de avaliar o estado físico do solo (fig. 11), com o objetivo de modificar a estrutura e propriedades físicas do solo, criando-se condições para melhorar a produção vegetal.

3.3. Mobilização Reduzida

A mobilização reduzida (fig. 12) consiste na diminuição do número de mobilizações, sendo uma técnica primordial na redução de energia do próprio sistema. Por outro lado, a mobilização primária acarreta elevados custos numa exploração agrícola.



Figura 12 – Alfaia agrícola – Rototerra *Amazone*

A alfaia agrícola na figura acima representada evita alguns problemas dos solos, normalmente evidenciados na região do EDM, como a compactação, que aumenta o risco de erosão, permite reduzir o número de passagens no solo e não pulveriza o solo em demasia. No entanto, apresenta desvantagens, pois exige tratores agrícolas de maior potência, implica um custo elevado no que concerne ao equipamento e, por fim, exige um elevado conhecimento técnico por parte do utilizador (normalmente, este não tem a informação técnica da alfaia de modo a obter o melhor rendimento possível).

Segundo Carvalho, (1991) neste sistema de mobilização reduzida, os utilizadores normalmente recorrem a alfaias agrícolas montadas, como as grades rotativas de eixo vertical, para efetuar uma mobilização em profundidade do solo.

As alfaias agrícolas poderão ser subsoladores, chiséis ou escarificadores, consoante o grau de profundidade de mobilização pretendida.

A mobilização reduzida, como anteriormente referido, terá vantagens bastantes significativas, caso o utilizador tenha informação técnica suficiente para que ajuste uma combinação de alfaias agrícolas, que resultem num conjunto de operações numa só passagem pelo terreno, que combina numa ação de um chisel ou um escarificador, com uma grade discos de eixo vertical e um rolo, que têm como principal objetivo de compactador-nivelador.

Por fim, dado o elevado custo da charrua, muitos agricultores optaram pelo uso da rototerra, representando esta um marco na evolução do setor da mecanização agrícola, pois permite realizar a mobilização de uma mesma parcela em menos tempo e com menor custo.

3.4. Mobilização Mínima

Há quem considere esta técnica, o sinónimo de mobilização reduzida (fig. 13), e autores que defendem que a mobilização mínima e a sementeira direta significam o mesmo.

De acordo com Carvalho, (1991), na mobilização mínima processa-se o número mínimo de mobilizações para que a cultura possa estabelecer as melhores condições de germinação, dependendo das condições do estado físico do solo a que se encontra, como também o tipo de restolho da cultura anterior.



Figura13 – Mobilização mínima do solo
Fonte: Pérez (2008)

De salientar que com esta técnica, não se verifica uma descompactação do solo em profundidade e, consequentemente, a preparação da cama de sementeira deverá ser reduzida, para garantir que a cultura a instalar tenha todas as condições de germinação. Importa referir que esta técnica implica necessariamente maiores problemas no controlo de pragas e infestantes.

3.5. Mobilização Intermédia

Segundo o mesmo autor a mobilização intermédia consiste nas mobilizações de complemento para as culturas já instaladas, ou seja, é nesta altura que se deve incorporar o adubo de cobertura e sacha nas primeiras plantas adventícias que surgem na camada superficial do terreno, de modo a combater o seu crescimento.

Neste tipo de operação privilegia-se a largura de trabalho (fig. 14) das alfaías agrícolas e a adequada largura das rodas de modo a diminuir a compactação dos solos.



Figura 14 – Mobilização mínima, incorporação de adubo
Fonte: Pérez (2008)

As alfaías agrícolas que compõem esta técnica, são normalmente as grades de discos, escarificadores, grades rotativas e vibrocultores, tendo como principal objetivo a regularização da superfície do terreno.

A figura seguinte representa um solo com um teor elevado de humidade e uma má prática agrícola (fig. 15) que se pode tornar bastante prejudicial, devido ao grau excessivo de compactação no solo.



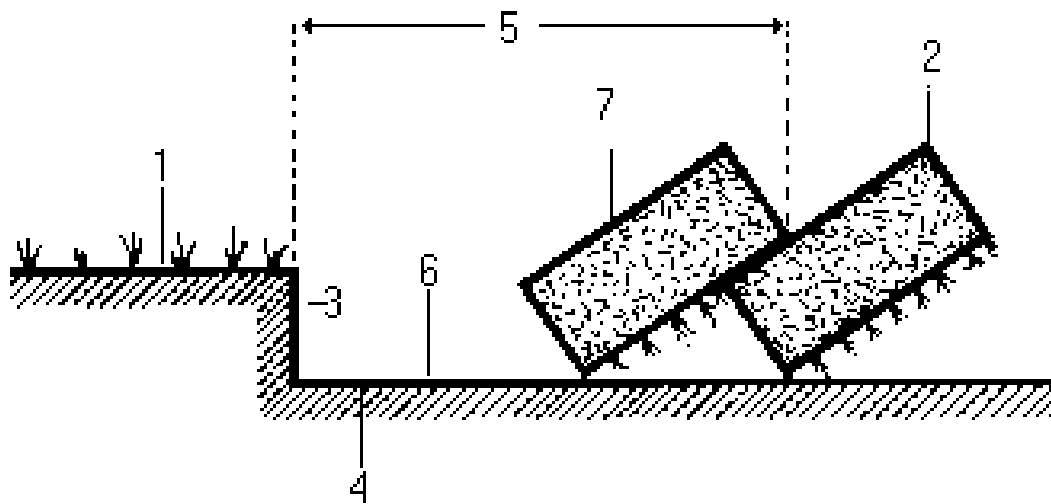
Figura15 – Uso desadequado na mobilização mínima

Uma utilização de uma alfaia de um parque de máquina deverá ser tida em consideração de modo a não se correr riscos desnecessários que poderão vir a comprometer o ciclo de crescimento da cultura.

3.6. Mobilização Principal

As lavouras, que se efetuam praticamente todos os anos, são realizadas para melhorar as condições físicas do solo quer para enterrar estrumes, destruir infestantes, enterrar sementes, etc.

Para determinadas culturas e tipos de solo a preparação da cama da sementeira pode não incluir a execução das lavouras (mobilização mínima).



Legenda: 1- Terra crua; 2- Aresta da leiva; 3- Parede do rego; 4- Fundo do rego; 5- Rego; 6- Fundo do rego; 7- Leiva.
Figura 16 - Terminologia da lavoura executada por uma charrua de aivecas
Fonte: Briosa, 1984 citado em Santos, 1996)



Figura 17 - Alfaia agrícola montada – Charrua *Herculano* – Mengele

As alfaias agrícolas de preparação e trabalho do solo (fig. 17) são equipamentos fundamentais em qualquer exploração ocupando o seu trabalho uma parte importante do tempo de tração e representam, geralmente, um aumento substancial dos custos de produção.

Assim, podemos salientar que as mobilizações têm como principais objetivos:

- Favorecer o desenvolvimento das plantas pela criação de condições físicas convenientes, nomeadamente o aumento de porosidade, permeabilidade e destruição dos torrões de maior dimensão;
- Suprimir as plantas adventícias concorrentes;
- Enterrar os estrumes e/ou adubos por forma a assegurar a fertilidade do solo e manter uma taxa suficiente de matéria orgânica;
- Controlar a erosão;
- Facilitar a ação dos agentes atmosféricos e favorecer os trabalhos culturais posteriores para se obter uma boa cama de sementeira.

3.6.1.Charrua

Das principais mobilizações culturais, a lavoura é sem dúvida a mais relevante por comportar operações de execução mais complexa.

Consiste no corte e reviramento de uma porção de solo, normalmente compactada e endurecida, devido à cultura anteriormente instalada.



Figura 18 – Alfaia agrícola Charrua *Herculano - Mengele*

O equipamento mais utilizado é a charrua de aivecas (fig. 18) que, além da alfaia clássica a existir, pode ser subdividida entre vários tipos de charruas, dependendo do tipo e uso do solo, da cultura a instalar e da potência do trator agrícola.

Representa, assim, uma quota substancial dos custos totais de produção.



Figura 19 – Estado físico do solo após uma lavoura

Esta operação deve ser efetuada com o solo no período de sazão, para que a mobilização seja o mais uniforme possível e assim diminuir o risco de compactação. Por conseguinte, a mobilização do solo deverá ser realizada nas estações Primavera/Verão (fig. 19).

3.7. Mobilização Secundária

A mobilização secundária, também designada por deslavras, por ser efetuada em terras já mobilizadas, destina-se a completar as mobilizações primárias, evitando-se, assim, a formação de crostas superficiais. Depois de efetuadas as lavouras, a terra fica revirada e com a superfície irregular e ondulada pelo que se torna fundamental, antes de se proceder à sementeira, nivelá-la, mobilizá-la e limpá-la.



Figura 20 – Sistema de ligação trator-alfaia Herculano tipo “off-set”

Para executar estes trabalhos complementares existe uma grande variedade de equipamentos que trabalham à força de tração (FT) ou à TDF.

3.7.1 Grade de Discos

As grades de discos têm como elementos ativos discos côncavos (fig. 20), semelhantes aos das charruas, mas que se encontram dispostos verticalmente (ângulo de inclinação igual a zero); os discos podem ter o rebordo liso (discos lisos) ou recortados (discos recortados), sendo estes indicados para as grades mais pesadas pois rompem melhor a superfície do solo facilitando ainda o corte e enterramento dos resíduos vegetais.

Segundo Santos, (1996) os discos recortados podem também ser utilizados nas grades de discos ligeiras, mas apenas no corpo dianteiro, obtendo-se assim uma fragmentação e um nivelamento mais eficiente. Relativamente ao tipo de trabalho que executam estes equipamentos podem ser utilizados:

- Antes das lavouras, para corte e incorporação de restolhos, palhas, etc.;
- Depois de uma lavoura, na preparação da cama de sementeira, enterramento de adubos, cobertura de sementes, etc.;
- Substituição da lavoura única, em solos arenosos, ou da segunda lavoura, nos outros tipos de solos;
- Quanto à constituição estas grades têm dois ou quatro corpos com um número variável de discos montados sobre o mesmo veio, que giram em chumaceiras; estes corpos têm uma posição variável o que permite alterar o ângulo de ataque dos discos variando, assim, a profundidade de trabalho.

As grades de discos descentradas (“off-set”) apresentam dois corpos de discos dispostos em V (fig. 21).

A designação de descentrada deve-se à linha de tração que passa pelo ponto de encontro das resultantes das forças que atuam nos dois corpos se encontrar descentrado relativamente ao plano longitudinal médio do trator; esta disposição dos corpos permite que a alfaia trabalhe descentrada relativamente ao trator.



Figura 21 – Alfaia agrícola grade de discos *Herculano HRM*

A alfaia agrícola é muito utilizada nas explorações agrícolas na região EDM, sendo essencial para cumprir com as boas práticas agrícolas pois permite uma mobilização superficial, minimizando os efeitos de erosão do solo.

A grade de discos (fig. 22) poderá ser utilizada na incorporação de resíduos orgânicos sólidos e líquidos (chorume proveniente das vacarias) e adubos de cobertura.

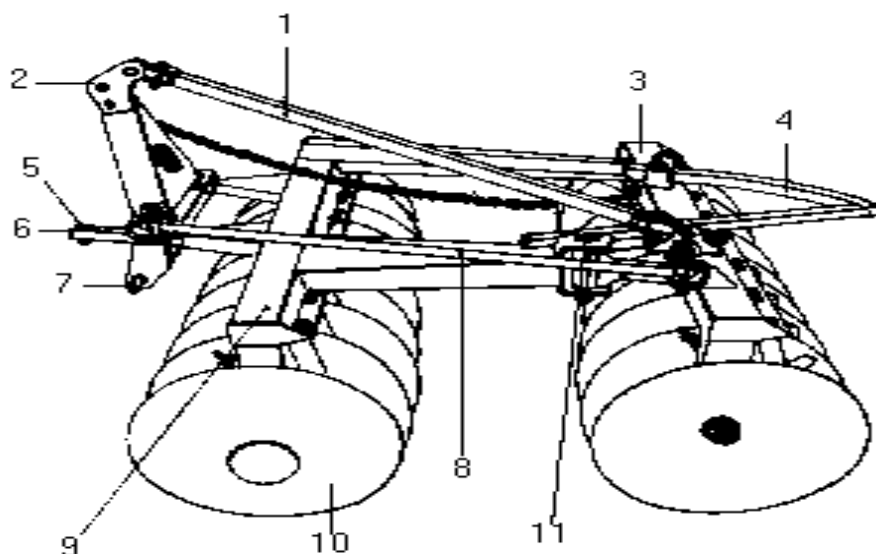
Em geral, é executada com uma ou duas passagens pelo terreno, visto permitir uma desagregação perfeita dos torrões, sem que signifique numa pulverização excessiva da estrutura do solo, como sucede com a fresa.



Figura 22 – Mobilização secundária com uma grade de discos “off-set”

O funcionamento está dependente do estado do terreno, da velocidade de avanço do trator e da disposição e regulação mecânica ou hidráulica da alfaia.

As grades ligeiras (fig. 23) são caracterizadas por apresentarem dois corpos, um atrás do outro, e o peso por disco não deverá ultrapassar os 50 kg; o corpo da frente apresenta geralmente discos recortados o que facilita o seu enterramento.



Legenda: 1- Escora do 3º ponto; 2- Cabeçote do 3º ponto, oscilante para adaptação dos dois corpos ao perfil do terreno; 3- Corpo traseiro; 4- Barra com sector circular; 5- Parafuso de limitação do ângulo do corpo da frente; 6- Barra de escorregamento; 7- Munhão 8- Esticador articulado nos extremos, para comando automático dos movimentos de fecho do corpo traseiro (em transporte) e de abertura do dianteiro (em trabalho); 9- Cambota; 10- Discos lisos; 11- Cavilhão de articulação dos dois corpos.

Figura 23 - Representação do princípio de funcionamento grade de discos *Herculano HRM* "off-set"
Fonte: Briosa, 1984 citado em Santos, 1996)

No final da operação de mobilização, por forma a maximizar a sua durabilidade e funcionamento é recomendado que se proceda com a lavagem da alfaia agrícola (fig. 24), bem como a lubrificação das componentes de articulações mecânicas (chumaceira), de modo a conservar os dois corpos que a constituem.



Figura 24 – Lavagem de todos componentes que constituem uma Grade de discos *Herculano HRM*

Este procedimento (fig. 25), como referido anteriormente, permite uma maior durabilidade do equipamento, ou seja, por um período de vida útil bastante satisfatório (cerca de 15 anos). Poderá também evitar futuras avarias e inconvenientes que normalmente acarretam custos elevados. Importa referir que a vida útil do equipamento também está dependente da intensidade de utilização.



Figura 25 - Lavagem da chumaceira da Grade de discos Herculano HRM

Após a lavagem e lubrificação, é conveniente que a grade de discos e as restantes alfaia agrícolas, que compõem um parque de máquinas de uma exploração agrícola, sejam guardadas num local coberto.

3.7.2 Grade Rotativa

A grade rotativa apresenta um marco significativo na evolução da mecanização agrícola, caracterizando-se por ser uma alfaia montada ou semi-rebocada. É uma alfaia com grande expansão nos parques de máquinas das explorações agrícolas, especialmente nas culturas forrageiras, pois executa um excelente trabalho relativamente à cama de sementeira.



Figura 26 – Alfaia agrícola Grade rotativa *Amazone*

Apresenta-se no mercado do setor da mecanização agrícola, por forma a substituir a “Fresa”, visto que esta alfaia tem um comportamento excessivo relativamente à pulverização da camada arável, originando muitas vezes, o chamado “calo de lavoura”.

Note-se que a grade rotativa “*Rototerra*” (fig. 26) trouxe vantagens significativas ao agricultor, pois permite uma maior EC, não danifica de forma excessiva a estrutura do solo e possibilita uma velocidade de avanço considerável. No entanto, apresenta custos de aquisição e manutenção bastantes elevados relativamente às outras alfaias.

3.7.3 Subsolador

O subsolador caracteriza-se por ser uma alfaia agrícola montada cada vez mais importante no seio da mecanização agrícola.

Este equipamento exige tratores com uma potência bastante considerável pois destina-se a mobilizações profundas, superior às das charruas. Executa operações delicadas, que não provocam reviramento do solo mas sim uma rutura das diferentes camadas do solo (fig. 27). Apresenta vantagens nas boas normas da conservação do solo, ou seja, permite a circulação de água e aumento da capacidade de retenção de água disponível, a penetração das raízes mais profundas no solo e um melhor arejamento.



Figura 27 – Alfaia agrícola Subsolador *Galucho*

Esta prática é recomendável, de modo a combater a compactação excessiva nos solos agrícolas. Na agricultura convencional deverá ser utilizada com alguma frequência, de forma a combater o “calo da lavoura” que originalmente se inicia com o excesso da compactação e mobilização.

4. Material e métodos

4.1. Localização

A parte prática deste ensaio foi realizada, na freguesia de São Mamede de Infesta, no concelho de Matosinhos, distrito do Porto. Importa mencionar que a região de Matosinhos é uma zona com uma forte aptidão agrícola para a produção hortícola e a criação dos bovinos de leite.



Figura 28 – Vista aérea da parcela do ensaio
Fonte: Google maps (12/11/2013)

Os ensaios foram realizados numa área agrícola de 2.0 ha (fig. 28), com um declive quase nulo em toda a parcela. Trata-se de uma área retangular o que facilita as manobras de todas as alfaias agrícolas que compõem a agricultura convencional na região.

O solo é composto por dois tipos de texturas: arenoso e argiloso. O primeiro permite uma melhor manobrabilidade das alfaias, não exercendo uma grande resistência, como no caso do solo argiloso.

4.2. Metodologia

No ensaio realizado com os três tratores, pretendeu-se calcular a EC e a potência teórica necessária (P_{tn}) do trator agrícola realizando a mobilização principal com a alfaia agrícola charrua *Herculano – Mengele* com a designação interna H2F 180° (fig. 29), num determinado solo da região de EDM.

Figura 29 – Charrua *Herculano H2F 180° 16"*

Note-se que durante todo o ensaio prático, a preocupação principal foi determinar a importância do trator agrícola no enquadramento do sistema de ligação trator-alfaia.

O primeiro objetivo foi calcular a FT para cada trator nos dois tipos de solo e em duas épocas diferentes (Outono/Inverno e Primavera/Verão). Posteriormente foi determinada a Ptn ao trator com um determinado rendimento de tração, dependendo do tipo de solo.

Quadro 3 - Rendimento à tração (η) (potência à barra / potência à TDF)
Fonte: Hunt, D, (1983), citado em Santos (1996)

Condições de superfície do solo	Força de tração baixa (Ft= 10 % da massa do trator)	Força de tração média	Força de tração elevada (sem escorregamento excessivo)
Betão	0.75	0.85	0.90
Superfície dura, não mobilizada	0.60	0.75	0.80
Superfície mediantemente dura, mobilizada	0.40	0.55	0.65
Superfície recentemente mobilizado	0.25	0.4	0.45

O rendimento de trabalho das máquinas agrícolas tecnicamente designado por EC, resulta do rácio entre a CET e a CTT. A capacidade de trabalho resulta do rácio entre a área trabalhada e o tempo gasto na operação, geralmente expresso nas unidades ha/h.

A capacidade de trabalho consiste na determinação da quantidade de trabalho realizado na ligação trator-alfaia, num determinado tempo. Esta, está condicionada por

vários factores, como a EC, a LT da alfaia agrícola em metros (m) e da velocidade de trabalho em km/h.

A bibliografia técnico-científica de referência sobre o rendimento de trabalho de máquinas agrícolas é vasta podendo-se salientar Cary e Azevedo (1966), Lourenço e Alves (1968), Hunt (1983) e Witney (1988).

Apesar de existirem muitos dados fiáveis e precisos acerca das especificações técnicas das máquinas, o conhecimento da sua eficiência é diminuto e pouco preciso, o que se deve à grande variabilidade de fatores que a influencia Coelho, (1992).

O tempo total (T_t) resulta da soma dos tempos gastos em diversas componentes (tempos de trabalho), nomeadamente (adaptado de Hunt 1983):

- Tempo de trabalho (T_o) – Tempo em que a máquina se encontra a realizar trabalho à velocidade ótima e com a largura de trabalho total;
- Tempo de volta (T_v) Tempo em que a máquina está a fazer voltas no fim da parcela;
- Tempo de manutenção (T_m) – Tempo gasto no abastecimento de combustível, lubrificação das alfaias antes do início do trabalho ou afinação de alguma máquina;
- Tempo morto inevitável (T_{mi}) – Tempo em que a máquina pára (“atascamento”), necessidades fisiológicas do operador, avarias;
- Tempo morto evitável - (T_{me}) – Tempo em que a máquina pára por ócio ou erros.
- Tempo de repouso (T_r) – Tempo correspondente a pausas para refeições ou outros motivos;
- Tempo de preparação (T_p) – Tempo de preparação, afinação da alfaia/máquina no local de trabalho, parcela ou no assento de lavoura;
- Tempo de deslocação (T_d) – Tempo gasto pela alfaia em deslocações.

Deste modo:

$$T_t = T_o + T_v + T_m + T_r + T_p + T_d$$

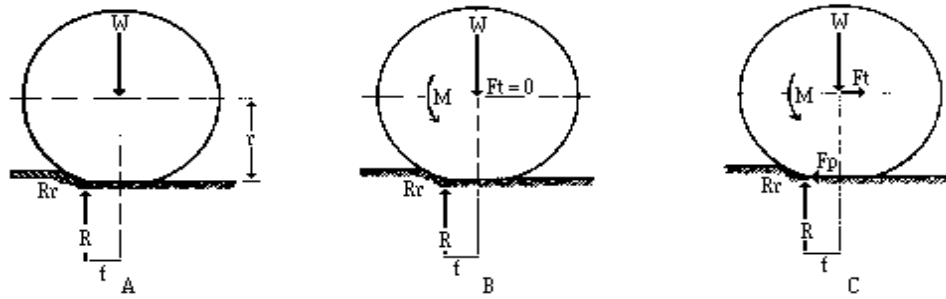
A EC (fig. 31) é um critério importante para a determinação da capacidade de trabalho durante a realização das operações agrícolas, e indiretamente para tomadas de decisão importantes relativamente ao parque de máquinas existente na exploração.

Assim, considerando uma roda com um dado momento (M), deslocando-se numa superfície não rígida, a uma velocidade constante (v) e com um dado regime RPM, as reações do solo, que se fazem sentir a jusante do ponto de interceção do plano vertical que passa pelo centro das rodas relativamente àquele, são as representadas na figura 1C; a figura 1A representa uma roda rebocada e a figura 1B uma roda em que o momento apenas permite vencer a inércia.

Relativamente à roda que desenvolve tração (figura 1C) o momento em relação ao seu centro, em condições de equilíbrio dinâmico, é dado por:

$$M - F_p \cdot r - R \cdot f = 0$$

B – Roda em tração vencendo a resistência ao rolamento



A – Momento da roda livre rebocada

C – Em tração

Legenda : Fp - é a força propulsora; r - é o raio dinâmico de rolamento; R – é a reação do solo à carga W suportada pela roda; f - é o braço do momento resistente; Rr – é a resistência ao rolamento.

Figura 30 – Representação do equilíbrio das forças e momentos
Fonte: Bianchi (1987)

O escorregamento (E) dos órgãos de locomoção é a perda de velocidade provocada pela força de tração e é tanto mais elevado quanto maior for esta força.

O seu valor é obtido pelo quociente entre a diferença da velocidade teórica (Vt), ou seja, da velocidade determinada considerando o espaço obtido pelo produto do número de voltas da roda com o perímetro de rolamento (determinado a partir do raio dinâmico) e a velocidade real (Vr) pela primeira, ou seja:

$$E (\%) = \frac{V_R - V_T}{V_T} \cdot 100$$



Figura 31 – Eficiência máxima do sistema ligação trator-alfaia

4.3. Trator *New Holland TN75D*

O trator da marca *New Holland*, modelo *TN75D* (fig. 32), caracteriza-se por ser um trator convencional cabinado, com um motor turbo diesel de três cilindros de (55,5 kW / 75 CV) de potência, com um regime nominal de 2200 RPM.

Este modelo representa uma aposta importante por parte da *New Holland* nos modelos de série topos de gama “*TN*” no contexto agrícola da região, tendo como forte argumento de venda a sua excelente relação qualidade/preço para o utilizador.

Apresenta uma caixa de velocidades com 32 opções em ambos os sentidos de deslocamento, possui quatro velocidades (1 a 4), de quatro gamas alternadas (super-baixas, baixas, médias, altas), uma caixa redutora com duas opções (Tartaruga e Lebre) e o conhecido “PowerShift”, que permite uma alteração de velocidade em carga, também com duas soluções lógicas (desligado/ligado).



Figura 32 - Trator *New Holland TN75D*

A utilização de sensores eletrónicos e de microprocessadores permite atualmente obter informação pertinente sobre o desempenho do conjunto trator-alfaia e, desta forma, contribuir para a condução eficiente do mesmo, numa perspetiva energética.

4.4. Trator Fendt 309C

O trator da marca *Fendt*, modelo 309C (fig. 33), caracteriza-se por ser um trator convencional cabinado, com um motor turbo diesel de quatro cilindros de (74 kW / 100 CV) de potência, com um regime nominal funcionamento de 2300 RPM. Apresenta uma caixa de velocidades com 18 opções em ambos sentidos de deslocamento, possuindo seis velocidades (1 a 6), em cada das três gamas alternadas (baixas, médias, altas).



Figura 33 - Trator *Fendt* 309C

4.5. Trator New Holland T4050

O trator da marca *New Holland*, modelo *T4050* (fig. 34), caracteriza-se por ser um trator convencional, com um motor turbo diesel de quatro cilindros de (70,3 kW / 95 CV) de potência, com um regime nominal funcionamento de 2300 RPM. Apresentou-se recentemente no mercado agrícola em Portugal, pela marca da *New Holland* na série *T4000* em toda a região de EDM.

Este modelo foi a recente aposta por parte da *New Holland* nos modelos de série topos de gama “*T4000*” no contexto agrícola da região, tendo como forte argumento de venda a sua excelente relação qualidade/preço para o utilizador.



Figura 34 – Trator *New Holland T4050*

Os dados técnicos e todas as especificidades deste trator enquadram-se com bastante facilidade na maioria das explorações da região e em todas as operações que compõem a agricultura convencional. Relativamente aos outros dois tratores intervenientes apresenta uma excelente relação peso/potência (3600 kg / 95 CV) (fig. 35), sendo inclusive mais dinâmico e rápido.



Figura 35 – Poder de elevação Trator *New Holland T4050*

Por sua vez, toda a motorização é mecânica e tem instalado um inversor semi-hidráulico, de forma a permitir uma rápida inversão em zonas bastantes curtas.

4.6. Charrua *Herculano - Mengele*

Esta é uma alfaia agrícola de grande renome no contexto da agricultura convencional. A charrua agrícola de aivecas sofreu nos últimos anos alterações, relativamente ao seu desenho aerodinâmico das partes que estão em contato com o solo (tais como, aivecas, formões, calcanhar, relha, raspadeiras, entre outros) apresentando atualmente um formato inovador, que permite diminuir o coeficiente de RE.

As aivecas da charrua (fig. 36), permitem que a resistência ao solo seja menor, relativamente às charruas convencionais e o peso das charruas diminui, de forma a proporcionar um melhor desempenho pelo trator.

Outro apontamento consiste no reviramento, que é comandado pelo sistema hidráulico do trator, originando uma reversão eficaz na zona das cabeceiras, sem necessidade de grandes afinações, relativamente às charruas mais tradicionais de corrente.



Figura 36 – Charrua *Herculano* - *Mengele*

Segundo Bianchi (1987), a potência aconselhada varia com o tipo de operação pretendida, sendo geralmente os equipamentos de tração (charruas) os mais exigentes.

A título de apontamento, as alfaías que estão ligadas à produção de forragem, são as que necessitam tratores mais robustos para obterem uma potência aconselhável.

Desta forma, as enfardadeiras, na produção de feno e as ensiladeiras, na colheita do milho de silagem, são equipamentos que exigem uma potência bastante considerável, comparativamente a outras alfaías que compõem um parque de máquina da exploração.

Por fim, o sistema de ligação mais convencional na maioria das explorações agrícolas da região EDM é o sistema de ligação “montado” (Sistema de engate três pontos), existindo também a classificação do sistema de ligação, rebocadas e semi-rebocadas.

5. Resultados/Discussão

5.1. *New Holland TN75D* – Charrua H2F 180° 16” – Solo Arenoso

O início do primeiro ensaio foi utilizado com o trator agrícola *New Holland TN75D*, com a charrua agrícola *Herculano*, com a designação H2F 180° 16”, num solo de textura franco arenoso, que se apresentava nas melhores condições para a realização da mobilização primária. Num terreno com uma área de 2,0 ha, o solo apresentava um coeficiente de RE de 750 N/dm². A profundidade de trabalho (PT) foi de 30 cm (quadro 4).

Este ensaio prático antecedeu a realização das mobilizações primárias na região do EDM, no que respeita à sementeira do milho, tendo sido realizado em meados de Abril do ano 2012.

Quadro 4 – Dados do ensaio do trator *New Holland TN75D* – H2F 180° 16” – Solo Arenoso

Ano de Ensaio	2012
Época do ano	Primavera/Verão
Trator	<i>New Holland TN75D</i>
Operação Cultural	Mobilização Primária
Cultura	Sementeira Milho
Solo	Textura franco arenoso
Resistência Específico solo (RE)	750 N/dm²
Profundidade de Trabalho (PT)	30 cm
Largura de Trabalho (LT)	0,813 m (H2F 180° 16”)

De salientar que a operação da mobilização primária é a mais dispendiosa no contexto da agricultura convencional, visto exigir uma FT constante durante toda a sua operação.

Esta operação tem uma importância acrescida nas boas práticas culturais, dado que potencia a diminuição do risco de erosões do solo, ou seja, possibilita a preservação e conservação do solo, evitando a compactação excessiva, devido ao elevado número de operações culturais.

A principal finalidade desta operação consiste no reviramento da totalidade de uma porção de volume de terra, o que origina uma alteração de camadas de solo para o início da sua preparação.

No quadro 5 estão evidenciados os resultados obtidos neste ensaio.

Quadro 5 – Resultados obtidos do trator *New Holland TN75D* – H2F 180° 16" – Solo Arenoso

Ensaio	Designação	Tempo (s)	Eficiência de Campo %	Velocidade - Média (km/h)	Solo
1º Ensaio	Tempo de Trabalho	81	87%	6,8 km/h	Franco - arenoso
	Tempo de Volta	12,1			
	Tempo Total	93,1			
2º Ensaio	Tempo de Trabalho	82	88%	6,7 km/h	Franco - arenoso
	Tempo de Volta	11			
	Tempo Total	93			
3º Ensaio	Tempo de Trabalho	79	88%	6,9 km/h	Franco - arenoso
	Tempo de Volta	10,4			
	Tempo Total	89,4			
4º Ensaio	Tempo de Trabalho	77	88%	7 km/h	Franco - arenoso
	Tempo de Volta	10,2			
	Tempo Total	87,2			
5º Ensaio	Tempo de Trabalho	82,1	85%	6,7 km/h	Franco - arenoso
	Tempo de Volta	14,5			
	Tempo Total	96,9			

De acordo com Santos, (1996), o rendimento médio à tração (η_t) para um solo de textura franco arenoso é de 60%. Porém, este resultado poderá variar, dependendo de algumas condicionantes, tais como o tipo de trator, a relação peso/potência, entre outras variáveis.

Segundo este autor, torna-se importante calcular a FT necessária para a realização do ensaio, só assim se determina se a potência do trator é superior à P_{tn} , para este tipo de solo.

Assim, segundo este autor, (1996) os cálculos são determinados da seguinte forma:

Cálculo da FT

$$FT = \text{Prof de Trab (dm)} * \text{Coef de resistência do solo (N/dm}^2\text{)} * \text{Larg de Trab (dm)}$$

$$FT = 3,0 * 8,13 * 750 (=) FT = 18293 \text{ N} \Rightarrow FT = 18,3 \text{ kN}$$

Cálculo da Ptn

$$Ptn = FT * \text{Velocidade média (m/s)} (=) Ptn = 18,3 * (6800/3600) (=) Ptn = 18,3 * 1,89$$

$$(=) Ptn = 34,6 \text{ kW}$$

Cálculo da Ptn, com um η de 60%

$$Ptn = 34,6/0,60 (=) Ptn = 57,6 \text{ kW} \Rightarrow Ptn = 77,8 \text{ CV}$$

Após os resultados obtidos (fig. 37), conclui-se que a Ptn para a realização da mobilização é de 57,6 kW, ou seja 77,8 CV, pelo que segundo este autor o trator *New Holland TN75D* não está enquadrado dentro da potência necessária. Esta deveria estar compreendida entre 86,4 a 97,3 CV, o que corresponde a 80 a 90% da potência total de um trator.

Segundo mesmo autor, o intervalo de 10% corresponde ao ajuste do sistema de ligação trator-alfaia ao solo, pois poderá necessitar de uma força de tração maior, devido à percentagem de restolho a incorporar, ao estado físico do solo, ao declive, à compactação excessiva, resultado do número de operações.



Figura 37 – Estado físico do solo H2F 180° 16"

Assim, no nosso ponto de vista, o ideal seria realizar um estudo médio de cinco anos consecutivos em diferentes tipos de tratores. Só assim seria possível chegar a uma linha aritmética mais fiável ao utilizador e ao vendedor do equipamento.

No entanto, deve-se dar sempre o benefício da dúvida ao fabricante, salientando que a obtenção de dados precisos é algo extremamente difícil, visto que qualquer especificação técnica pode alterar o funcionamento e rendimento da alfaia agrícola.

Por fim, tornou-se ainda necessário calcular o valor da CET, obtida a partir da CTT e da EC. Segundo, este autor (1996), a CTT é a área que se poderia obter, caso não houvesse qualquer tipo de interrupções durante o trabalho e caso a velocidade (V) fosse sempre uma constante, aproveitando uma LT até aos 100%. Os resultados obtidos são os seguintes:

$$CTT \text{ (ha/h)} = \frac{V * Lt}{10} \quad (=) \quad CTT = \frac{6,8 * 0,813}{10} \quad (=) \quad CTT = 0,55 \text{ (ha/h)}$$

$$CET \text{ (ha/h)} = CTT * EC \quad (=) \quad CET = 0,55 * 84\% \quad (=) \quad CET = 0,46 \text{ (ha/h)}$$

Estes dados indicam que o trator *New Holland TN75D* com a charrua agrícola H2F 180° 16", num solo de textura franco arenoso, apresentou uma CTT de 0,55 (ha/h) com uma velocidade de avanço de 6,8 km/h, a uma LT de 0,813 m.

Por sua vez, com uma EC de 84% (fig. 61), a CET foi de 0,46 (ha/h).

5.2. *New Holland TN75D* – Charrua H2F 180° 16" – Solo Argiloso

Para efetuar uma comparação dos resultados relativamente ao ponto (5.1) abordado anteriormente, foi realizado um outro ensaio com o mesmo trator e a mesma designação, porém num solo de textura franco argiloso, na época Outono/Inverno.

A operação foi realizada com uma PT de 30 cm e o solo apresentava um coeficiente de RE de 1200 N/dm², conforme dados apresentados no quadro 6.

Mais uma vez este ensaio prático antecedeu a realização das mobilizações primárias na região do EDM, tendo sido realizado a meados de Setembro do ano 2012, no concelho de Matosinhos, durante a plantação da couve penca.

De salientar que o solo não se encontrava nas melhores condições à prática da mobilização primária, devido à colheita da cultura anterior, que originou uma percentagem bastante significativa de restolho a enterrar.

Foi necessária a intervenção de uma grade de discos *Herculano* com a designação *HRM (20 - 22")*, de forma a permitir uma melhor incorporação do restolho.

Quadro 6 – Dados do ensaio do trator *New Holland TN75D* – H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Ano de Ensaio	2012
Época do ano	Outono/Inverno
Trator	<i>New Holland TN75D</i>
Operação Cultural	Mobilização Primária
Cultura	Plantação Couve Penca
Solo	Textura franco argiloso
Resistência Específico solo (RE)	1200 N/dm²
Profundidade de Trabalho (PT)	30 cm
Largura de Trabalho (LT)	0,813 m (H2F 180° 16”)

Assim, e após a realização do ensaio, os resultados obtidos foram os seguintes:

Quadro 7 – Resultados obtidos do trator *New Holland TN75D* – H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Ensaio	Designação	Tempo (s)	Eficiência de Campo %	Velocidade - Média (km/h)	Solo
1º Ensaio	Tempo de Trabalho	102	86%	5,5 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	17			
	Tempo Total	119			
2º Ensaio	Tempo de Trabalho	105	87%	5,6 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	16			
	Tempo Total	121			
3º Ensaio	Tempo de Trabalho	100	89%	5,5 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	12			
	Tempo Total	112			
4º Ensaio	Tempo de Trabalho	108	88%	5,4 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	15			
	Tempo Total	123			
5º Ensaio	Tempo de Trabalho	109	87%	5,5 km/h	Franco - argiloso
	Tempo de Volta	17			
	Tempo Total	126			

De seguida, foi calculada a FT necessária para o ensaio realizado, para se perceber se a potência do trator se enquadrava com a P_{tn} pela alfaia (Potência à barra), para um solo de textura franco argiloso em condições adversas à prática da mobilização.

De salientar que este mesmo autor (1996), o η_t num solo desta textura é de 50%.

Assim, segundo este autor os cálculos obtidos foram os seguintes:

Cálculo da FT

$$FT = \text{Prof de Trab (dm)} * \text{Coef de resistência do solo (N/dm}^2) * \text{Larg de Trab (dm)}$$

$$FT = 3,0 * 8,13 * 1200 (=) FT = 29268 \text{ N} \Rightarrow FT = 29,3 \text{ kN}$$

Cálculo da Ptn

$$Ptn = FT * \text{Velocidade média (m/s)} (=) Ptn = 29,2 * (5500/3600) (=) Ptn = 29,2 * 1,53$$

$$(=) Ptn = 44,8 \text{ kW}$$

Cálculo da Ptn, com um η_t de 50%

$$Ptn = 44,8 / 0,50 (=) Ptn = 89,6 \text{ kW} \Rightarrow Ptn = 121 \text{ CV}$$

De igual forma aos pontos anteriores, pode-se concluir que os resultados não se enquadram dentro dos valores parametrizados por Santos, (1996), visto que a potência do trator é de 75 CV.

Seria assim necessário um trator convencional com uma potência compreendida entre os 134 a 142 CV, o que corresponde a 80 a 90% da potência total de um trator, segundo o autor, (1996), para a realização do referido ensaio.

Algumas condicionantes, como as condições climáticas (que neste ensaio teve influência nos resultados obtidos), poderão dificultar a incorporação da totalidade do restolho e, conseqüentemente, a preparação do solo para a plantação da couve penca.

Em seguida, foram calculadas a CTT e a CET), segundo o mesmo autor, (1996):

$$CTT \text{ (ha/h)} = \frac{V * Lt}{10} (=) CTT = \frac{5,5 * 0,813}{10} (=) CTT = 0,48 \text{ (ha/h)}$$

$$CET \text{ (ha/h)} = CTT * EC (=) CET = 0,48 * 87\% (=) CET = 0,42 \text{ (ha/h)}$$

No ensaio realizado com a charrua agrícola H2F 180° 16", o valor relativo à CTT foi de 0,48 (ha/h) com uma velocidade de trabalho de 5,5 km/h, a uma LT de 0,813 m. Por sua vez, a CET foi de 0,42 (ha/h), com uma EC de 87% (figura 38).

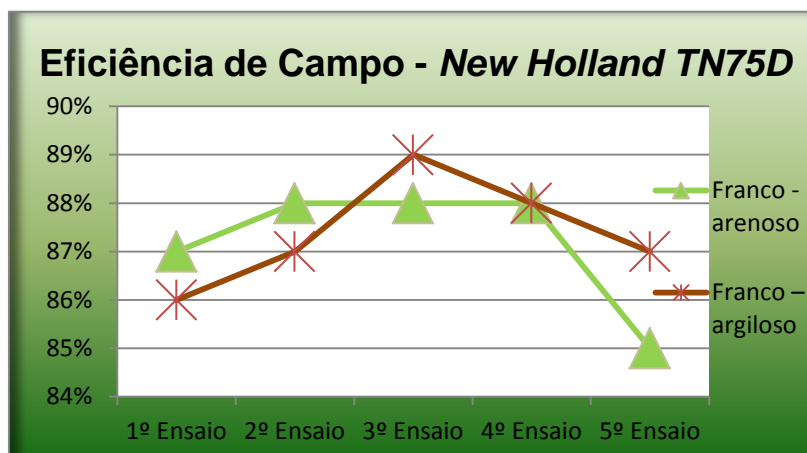


Figura 38 – Eficiência de campo nos dois diferentes solos H2F 180° 16"

Fazendo uma comparação com o verificado no ponto 5.1, conclui-se que o trator *New Holland TN75D* obteve uma EC mais uniforme no solo arenoso relativamente à EC num solo argiloso (fig. 38).

No que concerne à velocidade de trabalho (km/h), esta encontra-se, segundo Teles, (2006), dentro do intervalo idealmente definido (5,5 a 7,5 km/h) para o solo de textura argiloso.

Esta velocidade situa-se num limite mínimo, podendo assim originar imperfeições na mobilização (fig. 39), situação que se verifica no 4º ensaio.

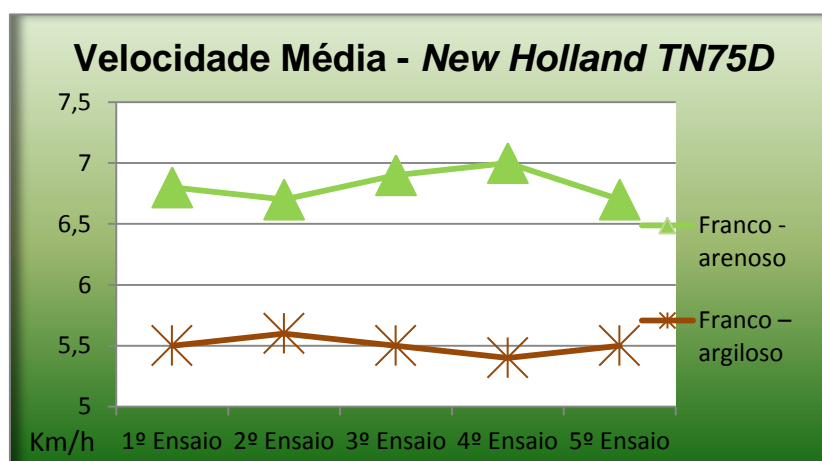


Figura 39 – Velocidade média nos dois diferentes solos H2F 180° 16"

Fazendo novamente uma comparação ao referido no ponto 5.1, verifica-se uma diferença significativa na velocidade dos diferentes tipos de solo (fig. 39). Esta diferença é cerca de 1,3 km/h, nos vários ensaios, condicionando assim o tempo total (Tt) da mobilização (fig. 42).

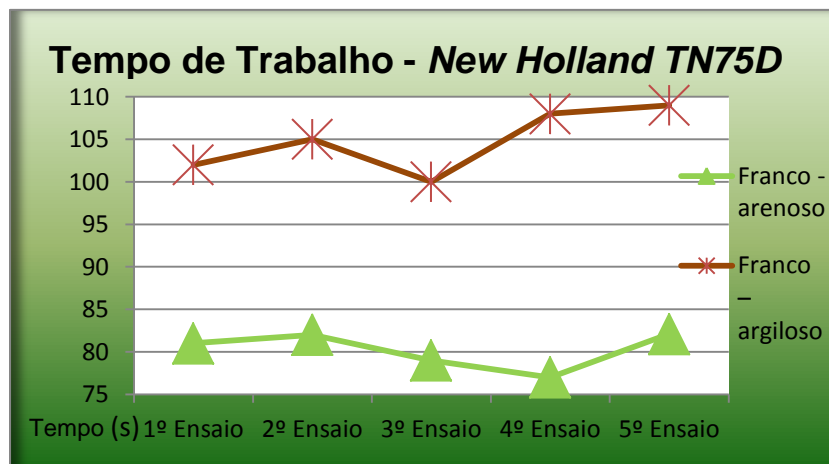


Figura 40 – Tempo de trabalho nos dois diferentes solos H2F 180° 16"

Observando a figura 40, pode-se concluir que a discrepância de resultados, comparando os dois tipos de solos, é mais evidente no tempo de trabalho (T_o) do trator (em média a diferença é de cerca de 20 segundos (s)). Esta diferença resulta essencialmente do coeficiente de RE do solo.

Porém, o índice de escorregamento a que o trator está sujeito, num solo de textura franco argiloso, é também é um dos vários fatores para esta discrepância de resultados.

O T_v é uma das condicionantes que influencia o T_t . Observando a figura 40, pode-se comprovar que no solo argiloso o tempo de volta nos diferentes ensaios é, em média superior, em cerca de 5 segundos (s), comparativamente ao solo arenoso.

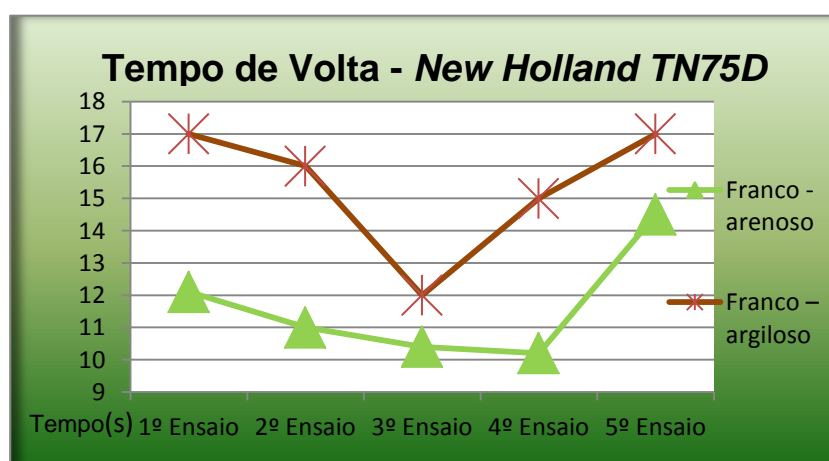


Figura 41 – Tempo de volta nos dois diferentes solos H2F 180° 16"

Por fim, o Tt consiste no somatório do To e do Tv nos dois tipos de solo.

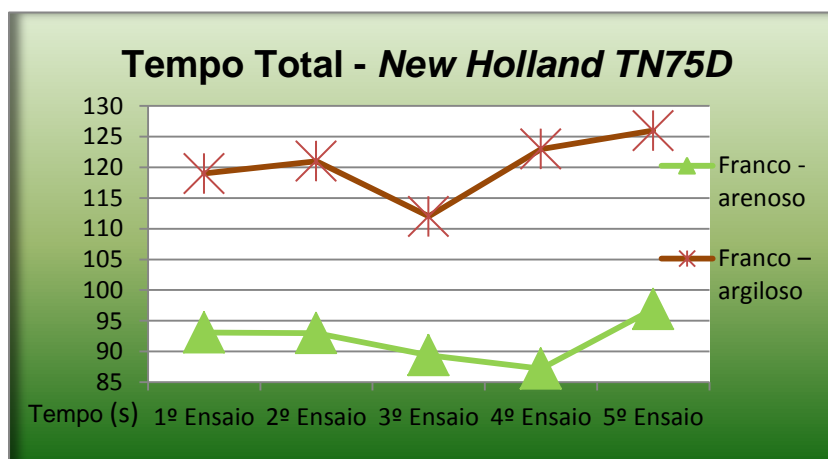


Figura 42 – Tempo total nos dois diferentes solos H2F 180° 16"

Através da figura 42, pode-se observar que em média o Tt da operação no solo arenoso é de 92 (s), enquanto que no solo argiloso é de 119 (s), resultando numa diferença significativa de cerca de 29 (s), em média, nos diferentes ensaios.

Quadro 8 – Resultados obtidos – Trator *New Holland TN75D* – H2F 180° 16" nos diferentes tipos de solos

<i>New Holland TN75D</i> (75 CV) H2F 180° 16"	Solo Arenoso	Solo Argiloso
Coeficiente de Resistência Específica ao solo (RE) (N/dm ²)	750	1200
Rendimento médio à tração (η_t) (%) (Hunt, 1977)	60	50
Profundidade de Trabalho (PT) (cm)	30	
Largura de Trabalho (LT) (m)	0,813	
Tempo de trabalho (To) (s)	80,2	104,8
Tempo de volta (Tv) (s)	11,6	15,4
Tempo total (Tt) (s)	91,9	120,2
Velocidade média (km/h)	6,8	5,5
Eficiência de Campo (EC) (%)	84	87
Capacidade Teórica de Trabalho (CTT) (ha/h)	0,55	0,48
Capacidade Efectiva de Trabalho (CET) (ha/h)	0,46	0,42
Potência necessária (Pn) (Santos, 1996) (CV)	77,8	121
Potência recomendada (80 a 90%) da potência necessária (Pn) (CV)	86 - 97	134 - 142
Potência recomendada Herculano (Catálogo) (CV)	70 – 85 CV	

Em suma, e analisando os últimos dois ensaios apresentados em dois tipos de solos bastante diferentes, os nossos resultados não coincidem com os resultados, no que se refere à potência do trator para realizar esta operação.

No entanto, é importante realçar a boa EC e o Tv deste trator, como se poderá verificar nas figuras 38 e 41, muito embora tenha sido calculada apenas o To e o Tv, métodos utilizados em todos ensaios descritos no trabalho. O inversor semi-hidráulico incorporado no trator, permite uma rápida mudança de direção, que vai influenciar no Tt da operação e, conseqüentemente, na EC.

5.3. *Fendt 309C* – Charrua H2F 180° 16” – Solo Arenoso

Este ponto consiste num ensaio realizado ao trator *Fendt 309C*, prestigiado no domínio dos tratores agrícolas, daí que fizesse todo o sentido comparar o comportamento desta máquina relativamente ao trator de marca *New Holland*.

Desta forma, foram adotadas as mesmas práticas (num mesmo local, com as mesmas condições e horizontes temporais) relativamente à designação H2F 180° 16”, da *New Holland TN75D*, referidas em pontos anteriores.

Note-se que a grande diferença entre estes dois tratores está na potência, o *New Holland TN75D* tem um motor de 55,5 kW, enquanto que o *Fendt 309C* apresenta um motor de 74 kW.

Importa ainda realçar o estado deste trator, objeto de estudo. Antes de se proceder ao sistema de ligação trator-alfaia (através do sistema de engate três pontos), foi realizada uma limpeza com um jato de água de pressão controlada, visto que o trator apresentava um nível bastante elevado de resíduos de óleo na parte traseira, como também em todos os pontos de lubrificação existentes.

Foi também necessário proceder à substituição dos bicos de lubrificação e substituição do filtro de ar, de forma a evitar possíveis anomalias no decorrer dos ensaios. Note-se que, segundo dados oficiais das grandes marcas de tratores, um filtro de ar bastante degradado, poderá originar um aumento do consumo médio até 25%. (Santos, 2013).

Os dados do primeiro ensaio do trator *Fendt 309C*, com a charrua agrícola com a designação H2F 180° 16”, são os a seguir apresentados (quadro 9):

Quadro 9 – Dados do ensaio do trator *Fendt 309C* – H2F 180° 16” – Solo Arenoso

Ano de Ensaio	2012
Época do ano	Primavera/Verão
Trator	<i>Fendt 309C</i>
Operação Cultural	Mobilização Primária
Cultura	Sementeira Milho
Solo	Textura franco arenoso
Resistência Específico solo (RE)	750 N/dm²
Profundidade de Trabalho (PT)	30 cm
Largura de Trabalho (LT)	0,813 m (H2F 180° 16”)

Este ensaio foi assim realizado com a charrua H2F 180° 16”, num solo de textura franco arenoso apresentando-se nas melhores condições possíveis à realização da mobilização primária. O coeficiente de RE ao solo é de 750 N/dm².

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Quadro 10 – Resultados obtidos do trator *Fendt 309C* – H2F 180° 16” – Solo Arenoso

Ensaio	Designação	Tempo (s)	Eficiência de Campo %	Velocidade - Média (km/h)	Solo
1º Ensaio	Tempo de Trabalho	71	78%	7,7 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	20			
	Tempo Total	91			
2º Ensaio	Tempo de Trabalho	75	79%	7,4 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	20			
	Tempo Total	95			
3º Ensaio	Tempo de Trabalho	72	80%	7,6 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	18			
	Tempo Total	90			
4º Ensaio	Tempo de Trabalho	71	79%	7,7 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	19			
	Tempo Total	90			
5º Ensaio	Tempo de Trabalho	72	79%	7,6 km/h	Franco - arenoso
	Tempo de Volta	19			
	Tempo Total	91			

Realça-se, mais uma vez, a FT, segundo Santos, (1996) necessária para a realização do ensaio:

Cálculo da FT

$$FT = \text{Prof de Trab (dm)} * \text{Coef de resistência do solo (N/dm}^2) * \text{Larg de Trab (dm)}$$

$$FT = 3,0 * 8,13 * 750 (=) FT = 18293 \text{ N} \Rightarrow FT = 18,3 \text{ kN}$$

Cálculo da Ptn

$$Ptn = FT * \text{Velocidade média (m/s)} (=) Ptn = 18,3 * (7600/3600) (=) Ptn = 18,3 * 2,11$$

$$(=) Ptn = 38,7 \text{ kW}$$

Cálculo da Ptn, com um η_t de 60%

$$Ptn = 38,7/0,60 (=) Ptn = 64,5 \text{ kW} \Rightarrow Ptn = 87 \text{ CV}$$

A Ptn do trator segundo este autor com um η_t de 60% no solo de textura franco arenoso seria de um trator convencional com uma potência compreendida entre 97 a 109 CV, sendo que estes valores correspondem à utilização de 80 a 90% da potência total do trator.

Desta forma, o trator encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos segundo este autor, (1996). A potência exigida para a realização do ensaio corresponde a 87% da potência total, verificando-se uma EC de 79%.

No que respeita às CTT e a CET, segundo este mesmo autor temos que:

$$CTT \text{ (ha/h)} = \frac{V * Lt}{10} (=) CTT = \frac{7,6 * 0,813}{10} (=) CTT = 0,62 \text{ (ha/h)}$$

$$CET \text{ (ha/h)} = CTT * EC (=) CET = 0,62 * 79\% (=) CET = 0,49 \text{ (ha/h)}$$

No ensaio realizado com a charrua agrícola H2F 180° 16", num solo arenoso, o valor relativo à CTT foi de 0,62 (ha/h) com uma velocidade de trabalho de 7,6 km/h, a uma LT de 0,813 m. Por sua vez, a CET foi de 0,49 (ha/h), com uma EC de 79% (fig. 43).

Note-se que o tipo de solo, bem como a ausência de restolho à superfície veio facilitar a prática da mobilização primária, condicionando assim estes resultados.

Por fim, segundo Teles, (2006) pode-se afirmar que a velocidade média (7,6 km/h) encontra-se dentro dos parâmetros. Salienta-se que a velocidade média deverá estar compreendida entre os 6 a 8 km/h.

5.4. *Fendt 309C* – Charrua H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Após o resultado obtido na alínea anterior, importa retirar informação da performance deste trator com a charrua H2F 180° 16”, num solo de textura franco argiloso, que coincidiu na época de Outono/Inverno do ano 2012, na preparação do solo para a couve penca.

Importa ainda fazer uma comparação relativamente à potência com o trator *New Holland TN75D*, com a mesma designação de charrua, no mesmo tipo de solo e condições. Esta comparação assume especial relevância dado que este último trator não preenchia os requisitos mínimos da potência adquirida.

Os dados recolhidos foram os seguintes:

Quadro 11 – Dados do ensaio do trator *Fendt 309C* – H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Ano de Ensaio	2012
Época do ano	Outono/Inverno
Trator	<i>Fendt 309C</i>
Operação Cultural	Mobilização Primária
Cultura	Plantação Couve Penca
Solo	Textura franco argiloso
Resistência Específico solo (RE)	1200 N/dm²
Profundidade de Trabalho (PT)	30 cm
Largura de Trabalho (LT)	0,813 m (H2F 180° 16”)

De mencionar que, para além das condicionantes relativas às características de um solo franco argiloso, com um coeficiente de RE de 1200 N/dm², este ainda apresentava outras condições adversas à sua mobilização, mais concretamente, detinha uma camada de restolho bastante significativa para incorporar, resultado de uma má prática relativamente à colheita do milho.

Apesar desta condicionante, deu-se ao início do referido ensaio, em que foram obtidos os seguintes resultados, referentes ao modelo H2F 180° 16”:

Quadro 12 – Resultados obtidos do trator *Fendt 309C* – H2F 180° 16" – Solo Argiloso

Ensaio	Designação	Tempo (s)	Eficiência de Campo %	Velocidade - Média (km/h)	Solo
1º Ensaio	Tempo de Trabalho	88	73%	6,4 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	32			
	Tempo Total	120			
2º Ensaio	Tempo de Trabalho	86	74%	6,5 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	31			
	Tempo Total	117			
3º Ensaio	Tempo de Trabalho	89	77%	6,3 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	27			
	Tempo Total	116			
4º Ensaio	Tempo de Trabalho	89	76%	6,3 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	28			
	Tempo Total	117			
5º Ensaio	Tempo de Trabalho	91	75%	6,2 km/h	Franco - argiloso
	Tempo de Volta	30			
	Tempo Total	121			

Os cálculos de FT segundo Santos, (1996), com um η_t de 50% são os seguintes:

Cálculo da FT

$$FT = \text{Prof de Trab (dm)} * \text{Coef de resistência do solo (N/dm}^2\text{)} * \text{Larg de Trab (dm)}$$

$$FT = 3,0 * 8,13 * 1200 (=) FT = 29268 \text{ N} \Rightarrow FT = 29,3 \text{ kN}$$

Cálculo da Ptn

$$Ptn = FT * \text{Velocidade média (m/s)} (=) Ptn = 29,3 * (6200/3600) = Ptn = 29,3 * 1,72$$

$$(=) Ptn = 50,4 \text{ kW}$$

Cálculo da Ptn, com um η_t de 50%

$$Ptn = 50,4 / 0,50 (=) Ptn = 100,8 \text{ kW} \Rightarrow Ptn = 136 \text{ CV}$$

Após os cálculos efetuados, relativamente ao primeiro ensaio do trator *Fendt 309C* em solo de textura franco argiloso, pode-se constatar que segundo o autor, (1996) a Ptn para a realização do ensaio com um η_t de 50% foi de 136 CV.

A Ptn do trator segundo este autor com um η_t de 50% no solo de textura franco argiloso seria de um trator convencional com uma potência compreendida entre 151 a 170 CV, sendo que estes valores correspondem à utilização de 80 a 90% da potência total do trator.

Desta forma, o trator não se encontra dentro dos parâmetros estabelecidos segundo este autor, (1996).

Para concluir a análise deste ensaio foram determinadas as CTT e a CET, segundo o mesmo autor:

$$\text{CTT (ha/h)} = \frac{V * Lt}{10} \quad (=) \quad \text{CTT} = \frac{6,2 * 0,813}{10} \quad (=) \quad \text{CTT} = 0,50 \text{ (ha/h)}$$

$$\text{CET (ha/h)} = \text{CTT} * \text{EC} \quad (=) \quad \text{CET} = 0,50 * 75\% \quad (=) \quad \text{CET} = 0,38 \text{ (ha/h)}$$

Quadro 13 – Resultados obtidos – Trator *Fendt 309C* – H2F 180° 16” nos diferentes tipos de solos

<i>Fendt 309C</i> (100 CV) H2F 180° 16”	Solo Arenoso	Solo Argiloso
Coeficiente de Resistência Específica ao solo (RE) (N/dm ²)	750	1200
Rendimento médio à tração (η_t) (%) (Hunt, 1977)	60	50
Profundidade de Trabalho (PT) (cm)	30	
Largura de Trabalho (LT) (m)	0,813	
Tempo de trabalho (To) (s)	72,2	88,6
Tempo de volta (Tv) (s)	19,2	29,6
Tempo total (Tt) (s)	91,4	118, 2
Velocidade média (km/h)	7,6	6,2
Eficiência de Campo (EC) (%)	79	75
Capacidade Teórica de Trabalho (CTT) (ha/h)	0,62	0,50
Capacidade Efectiva de Trabalho (CET) (ha/h)	0,49	0,38
Potência necessária (Pn) (Santos, 1996) (CV)	87	136
Potência recomendada (80 a 90%) da potência necessária (Pn) (CV)	97 - 106	151 - 170
Potência recomendada Herculano (Catálogo) (CV)	70 – 85 CV	

5.5. *New Holland T4050* – Charrua H2F 180° 16” – Solo Arenoso

O trator *New Holland T4050* é o modelo mais recente da série *T4000*, pelo que fazia todo o sentido incorporar uma análise detalhada deste trator na parte prática deste trabalho.

O modelo *T4050* apresenta-se como o topo de gama da *T4000*, versão “*Deluxe*” da *New Holland*, caracterizando-se por ser um trator compacto com excelentes níveis de produtividade, estando direcionado especialmente para as explorações agropecuárias. O seu chassis apresenta-se de uma forma integral que confere a polivalência necessária, podendo ser equipado com uma TDF frontal.

O principal objetivo é efetuar uma comparação face aos últimos tratores, em especial, face ao trator *Fendt 309C* (potência de 74 kW). Este trator é o que mais se assemelha a nível de potência, apresentando 70,3 kW. Desta forma, irá ser seguida a mesma sequência de procedimentos deste último.

No quadro 14 estão representados os dados do trator *New Holland T4050*, com a designação H2F 180° 16”:

Quadro 14 – Dados do ensaio do trator *New Holland T4050* – H2F 180° 16” – Solo Arenoso

Ano de Ensaio	2012
Época do ano	Outono/Inverno
Trator	<i>New Holland T4050</i>
Operação Cultural	Mobilização Primária
Cultura	Sementeira Milho
Solo	Textura franco arenoso
Resistência Específico solo (RE)	750 N/dm²
Profundidade de Trabalho (PT)	30 cm
Largura de Trabalho (LT)	0,813 m (H2F 180° 16”)

Este ensaio foi assim realizado com a designação H2F 180° 16”, num solo de textura franco arenoso apresentando-se nas melhores condições possíveis à realização da mobilização primária. O coeficiente de RE é de 750 N/dm².

Os resultados obtidos para um solo franco arenoso foram os seguintes

Quadro 15 – Resultados obtidos do trator *New Holland T4050* – H2F 180° 16" – Solo Arenoso

Ensaio	Designação	Tempo (s)	Eficiência de Campo %	Velocidade - Média (km/h)	Solo
1º Ensaio	Tempo de Trabalho	73	85%	7,5 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	13			
	Tempo Total	86			
2º Ensaio	Tempo de Trabalho	71	84%	7,6 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	14			
	Tempo Total	85			
3º Ensaio	Tempo de Trabalho	70	86%	7,5 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	11			
	Tempo Total	81			
4º Ensaio	Tempo de Trabalho	72	84%	7,5 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	13			
	Tempo Total	85			
5º Ensaio	Tempo de Trabalho	71	87%	7,6 km/h	Franco – arenoso
	Tempo de Volta	11			
	Tempo Total	82			

Assim, segundo o autor, (1996), os cálculos da FT são os seguintes:

Cálculo da FT

$$FT = \text{Prof de Trab (dm)} * \text{Coef de resistência do solo (N/dm}^2\text{)} * \text{Larg de Trab (dm)}$$

$$FT = 3,0 * 8,13 * 750 (=) FT = 18293 \text{ N} \Rightarrow FT = 18,3 \text{ kN}$$

Cálculo da Ptn

$$Ptn = FT * \text{Velocidade média (m/s)} (=) Ptn = 18,3 * (7500/3600) (=) Ptn = 18,3 * 2,08$$

$$(=) Ptn = 38 \text{ kW}$$

Cálculo da Ptn, com um η_t de 60%

$$Ptn = 38,6/0,60 (=) Ptn = 63 \text{ kW} \Rightarrow Ptn = 85 \text{ CV}$$

Estes resultados determinam que não existe grande discrepância de valores face ao trator *Fendt 309C*. Segundo este autor, a potência enquadra-se dentro do limite máximo utilização de (90% da potência total do trator). A potência total do trator é de 70,3 kW (ou seja, de 95 CV).

Por sua vez, a velocidade média (7,5 km/h) encontra-se dentro dos parâmetros, segundo Teles, (2006) (fig. 44).

Seguindo os mesmos critérios de pontos anteriores, de seguida foram determinadas as CTT e a CET, segundo Santos,(1996):

$$\text{CTT (ha/h)} = \frac{V * Lt}{10} \quad (=) \quad \text{CTT} = \frac{7,5 * 0,813}{10} \quad (=) \quad \text{CTT} = 0,61 \text{ (ha/h)}$$

$$\text{CET (ha/h)} = \text{CTT} * \text{EC} \quad (=) \quad \text{CET} = 0,61 * 85\% \quad (=) \quad \text{CET} = 0,52 \text{ (ha/h)}$$

Com esta designação, o valor relativo à CTT foi de 0,61 (ha/h) com uma velocidade de trabalho de 7,5 km/h, a uma Lt de 0,813 m. Por fim, a CET foi de 0,52 (ha/h), com uma EC de 85% (fig. 43).

Efetuada o último ensaio com a charrua H2F 180° 16" no solo de textura franco arenoso, importa fazer uma comparação dos vários tratores objeto de estudo deste trabalho.

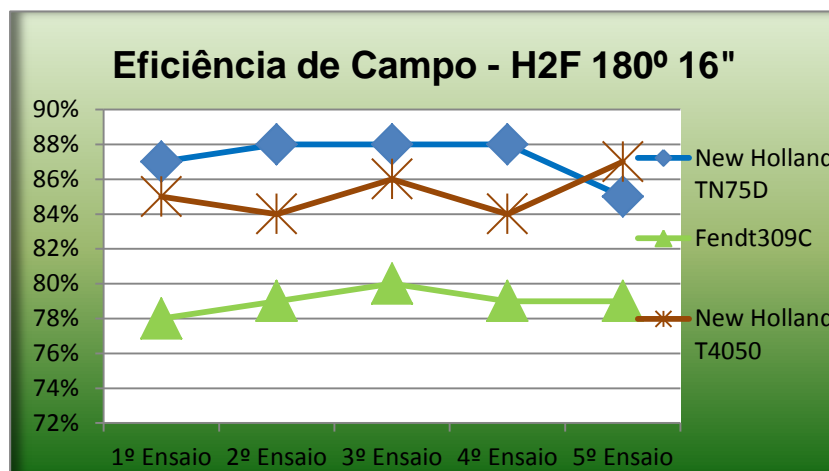


Figura 43 – Eficiência de campo dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16"

Analisando a EC, pode-se concluir que os tratores da marca *New Holland* apresentam indicadores na ordem dos 84 a 88%. Por seu lado, o trator *Fendt 309C* apresenta apenas 76 a 80% de EC (fig. 43), num solo que se apresenta nas melhores condições possíveis à mobilização.

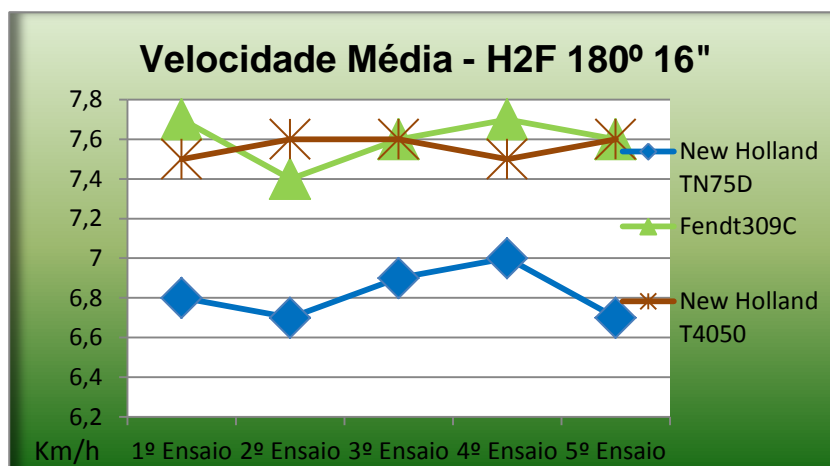


Figura 44 – Velocidade média dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16"

No que respeita à velocidade média dos tratores neste tipo de solo, a figura 44 demonstra que todos os tratores cumprem com os parâmetros estabelecidos segundo Teles, (2006) – entre 6 a 8 km/h - proporcionando um reviramento correto da leiva, durante toda a execução da mobilização primária.

Segundo o Santos, (2013), quanto maior a diferença entre a Ptn e a potência do trator, maior poderá ser a velocidade de deslocamento, pois existe uma relação direta entre esta e a FT, o tempo de volta T_v está essencialmente dependente da sua direcção e do estado físico do solo.

Note-se que em caso de se verificar uma velocidade média fora dos limites estabelecidos segundo Teles, (2006), poderá originar duas situações: caso a velocidade seja inferior a 4 km/h, o reviramento do solo poderá não ser efetuado na totalidade; caso a velocidade seja superior a 7 km/h, o solo poderá ser projetado de forma integral da aiveca da charrua, impossibilitando a técnica da mobilização.

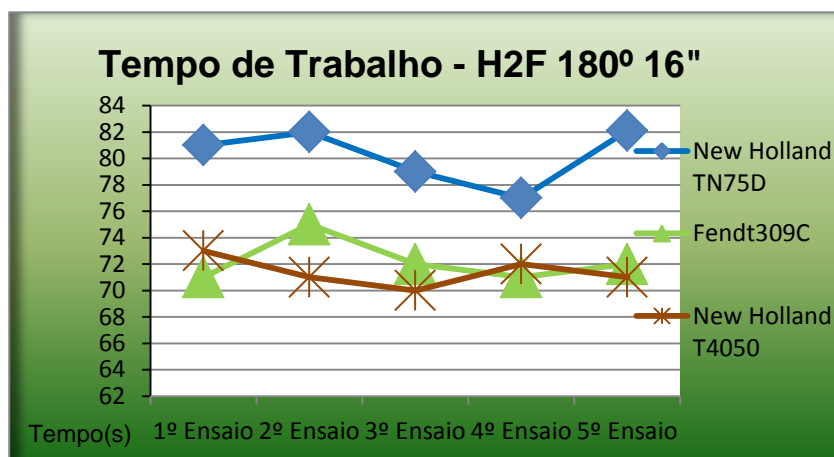


Figura 45 – Tempo de trabalho dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16"

Por outro lado, os resultados da EC no solo franco arenoso (fig. 42) estão condicionados pelo T_o (fig. 45), pelo T_v (fig. 46), pela resistência ao rolamento, a sensibilidade do sistema de controlo de tração, a distribuição de massas nos eixos, a caixa de velocidades são fatores determinantes para a tração à barra.

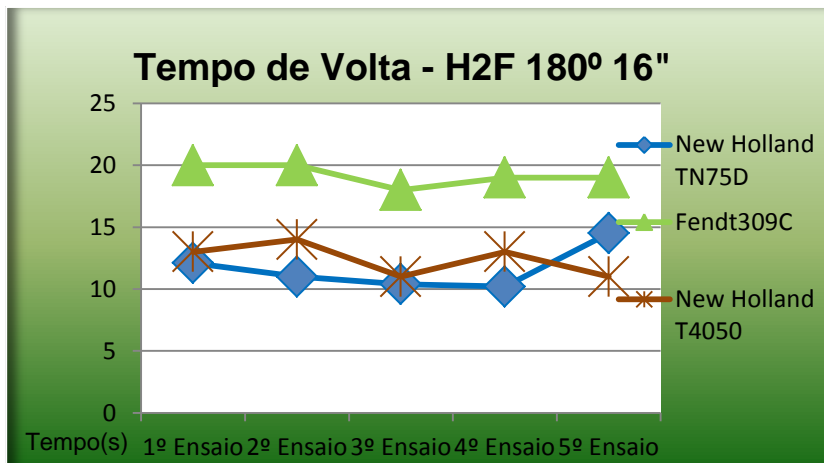


Figura 46 – Tempo de volta dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16"

Pode-se verificar que ambos os tratores *New Holland* obtêm um excelente tempo de volta, comparativamente ao trator *Fendt 309C* nas zonas das cabeceiras da parcela. Uma das últimas inovações introduzidas nestes tratores foi precisamente ao nível da direção o que lhes permitiu reduzir o raio de viragem.

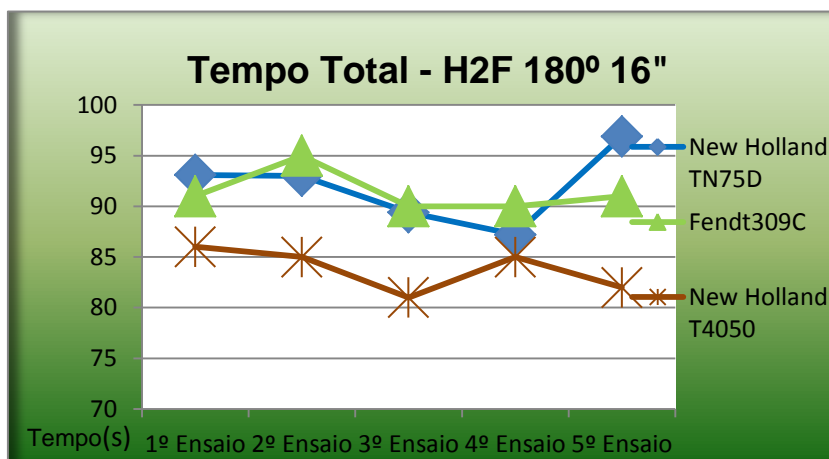


Figura 47 – Tempo total dos três tratores intervenientes – H2F 180° 16"

O T_t (fig. 47) é o resultado do somatório do T_o e o T_v . Apesar da potência do trator *New Holland T4050* ser inferior ao trator *Fendt 309C*, em 4,7 kW de potência, verifica-se que apresenta a melhor relação no que concerne ao T_o e o T_v .

O trator *Fendt 309C* realiza cada ensaio, em média, com mais 7 a 8 segundos do que o trator *New Holland T4050*.

5.6. *New Holland T4050* – Charrua H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Por fim, o penúltimo ensaio prático é realizado num solo franco argiloso. Toda a preparação foi efetuada com rigor, tendo sido realizadas afinações técnicas no sistema trator-alfaia, as mesmas efetuadas no trator *Fendt 309C*. No quadro 16 estão representadas as características do ensaio com a charrua designação H2F 180° 16”:

Quadro 16 – Dados do ensaio do trator *New Holland T4050* – H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Ano de Ensaio	2012
Época do ano	Outono/Inverno
Trator	<i>New Holland T4050</i>
Operação Cultural	Mobilização Primária
Cultura	Plantação Couve Penca
Solo	Textura franco argiloso
Resistência Específico solo (RE)	1200 N/dm²
Profundidade de Trabalho (PT)	30 cm
Largura de Trabalho (LT)	0,813 m (H2F 180° 16”)

Os resultados obtidos são os seguintes:

Quadro 17 – Resultados obtidos do trator *New Holland T4050* – H2F 180° 16” – Solo Argiloso

Ensaio	Designação	Tempo (s)	Eficiência de Campo %	Velocidade - Média (km/h)	Solo
1º Ensaio	Tempo de Trabalho	85	81%	6,5 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	20			
	Tempo Total	105			
2º Ensaio	Tempo de Trabalho	84	84%	6,5 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	16			
	Tempo Total	100			
3º Ensaio	Tempo de Trabalho	87	82%	6,4 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	17			
	Tempo Total	104			
4º Ensaio	Tempo de Trabalho	85	83%	6,5 km/h	Franco – argiloso
	Tempo de Volta	17			
	Tempo Total	103			
5º Ensaio	Tempo de Trabalho	86	83%	6,4 km/h	Franco - argiloso
	Tempo de Volta	18			
	Tempo Total	104			

Segundo este mesmo autor, pretende-se calcular a FT necessária com um η_t de 50% neste tipo de solo:

Cálculo da FT

$$FT = \text{Prof de Trab (dm)} * \text{Coef de resistência do solo (N/dm}^2\text{)} * \text{Larg de Trab (dm)}$$

$$FT = 3,0 * 0,813 * 1200 (=) FT = 29268 \text{ N} \Rightarrow FT = 29,3 \text{ kN}$$

Cálculo da Ptn

$$Ptn = FT * \text{Velocidade média (m/s)} (=) Ptn = 29,3 * (6500/3600) (=) Ptn = 29,3 * 1,80$$

$$(=) Ptn = 53 \text{ kW}$$

Cálculo da Ptn, com um η_t de 50%

$$Ptn = 53/0,50 (=) Ptn = 106 \text{ kW} \Rightarrow Ptn = 143 \text{ CV}$$

Através dos resultados podemos concluir que esta potência não se enquadra dentro dos parâmetros do autor, existindo inclusive uma grande discrepância de resultados.

Segundo Santos, (1996), este tipo de operação poderá por em causa a durabilidade do trator pois verifica-se um trabalho bastante excessivo no solo de textura franco argiloso.

A potência ideal para a realização do ensaio com a designação H2F 180° 16", seria de 158 a 178 CV, que corresponde a 80 a 90% da potência total do trator.

Seguindo os mesmos critérios de pontos anteriores, de seguida foram determinadas as CTT e a CET, segundo o mesmo autor, (1996):

$$CTT \text{ (ha/h)} = \frac{V * Lt}{10} (=) CTT = \frac{6,5 * 0,813}{10} (=) CTT = 0,53 \text{ (ha/h)}$$

$$CET \text{ (ha/h)} = CTT * EC (=) CET = 0,53 * 83\% (=) CET = 0,44 \text{ (ha/h)}$$

Com esta designação, o valor relativo à CTT foi de 0,53 (ha/h) com uma velocidade de trabalho de 6,5 km/h, a uma LT de 0,813 m. Por fim, a CET foi de 0,44 (ha/h), com uma EC de 83% (fig. 48).

Quadro 18 – Resultados obtidos – Trator *New Holland T4050* – H2F 180° 16" nos diferentes tipos de solos

<i>New Holland T4050</i> (95 CV) H2F 180° 16"	Solo Arenoso	Solo Argiloso
Coeficiente de Resistência Específica ao solo (RE) (N/dm ²)	750	1200
Rendimento médio à tração (η_t) (%) (Hunt, 1977)	60	50
Profundidade de Trabalho (PT) (cm)	30	
Largura de Trabalho (LT) (m)	0,813	
Tempo de trabalho (To) (s)	71,4	85,4
Tempo de volta (Tv) (s)	12,4	17,6
Tempo total (Tt) (s)	83,8	103,2
Velocidade média (km/h)	7,5	6,5
Eficiência de campo (EC) (%)	85	83
Capacidade Teórica de Trabalho (CTT) (ha/h)	0,61	0,53
Capacidade Efectiva de Trabalho (CET) (ha/h)	0,53	0,44
Potência necessária (Pn) (Santos, 1996) (CV)	85	143
Potência recomendada (80 a 90%) da potência necessária (CV)	94 - 106	158 - 178
Potência recomendada Herculano (Catálogo) (CV)	70 – 85 CV	

Após esta apresentação de resultados é importante fazer uma comparação do trator *New Holland T4050* relativamente ao trator *Fendt 309C*.

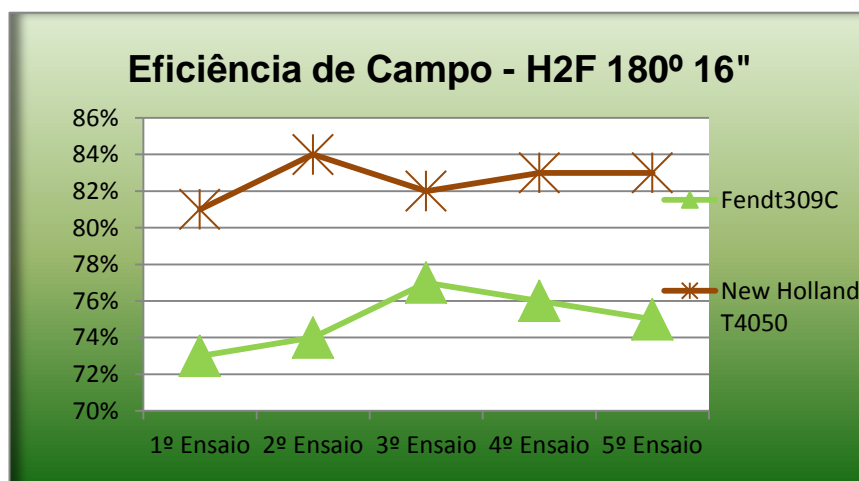


Figura 48 – Eficiência de campo dos tratores intervenientes – H2F 180° 16"

Ao analisar a EC (fig. 48), verifica-se que o trator *New Holland T4050* obteve melhores resultados, muito condicionados pelo Tv. Paralelamente, pode-se também apontar a excelente relação peso/potência (3600 kg / 95 CV) do trator da marca *New Holland*

T4050 e, consequentemente, do notável pneu motriz, como factores indutores da boa EC.

Por sua vez, neste ensaio com a designação H2F 180° 16", a velocidade média (6,5 km/h) encontra-se dentro dos parâmetros, segundo Teles, (2006).

Aqui é evidente a pior relação peso potência (4300 kg / 100 CV) do trator *Fendt 309C* comparativamente ao trator *New Holland T4050* (3600 kg / 95 CV), que se traduziu numa velocidade média mais baixa.

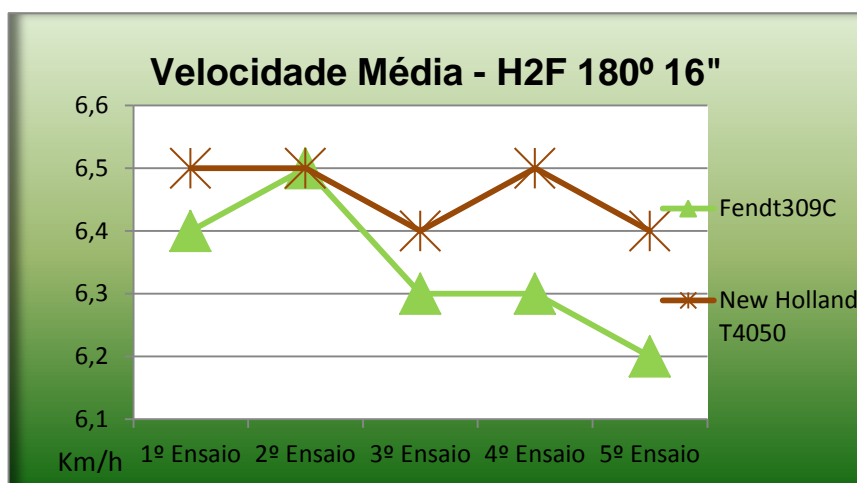


Figura 49 – Velocidade média dos tratores intervenientes – H2F 180° 16"

Após uma análise da figura 49, pode-se constatar que o trator *New Holland T4050*, obteve um excelente Tt, relativamente ao trator da marca *Fendt 309C*. A diferença é significativa com um intervalo médio de 4,5 segundos, em cada ensaio, num solo de textura franco argiloso.

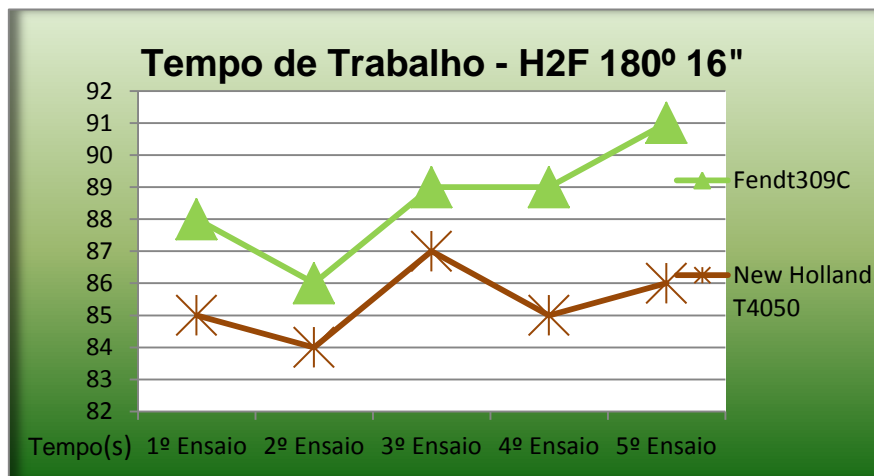


Figura 50 – Tempo de trabalho dos tratores intervenientes – H2F 180° 16"

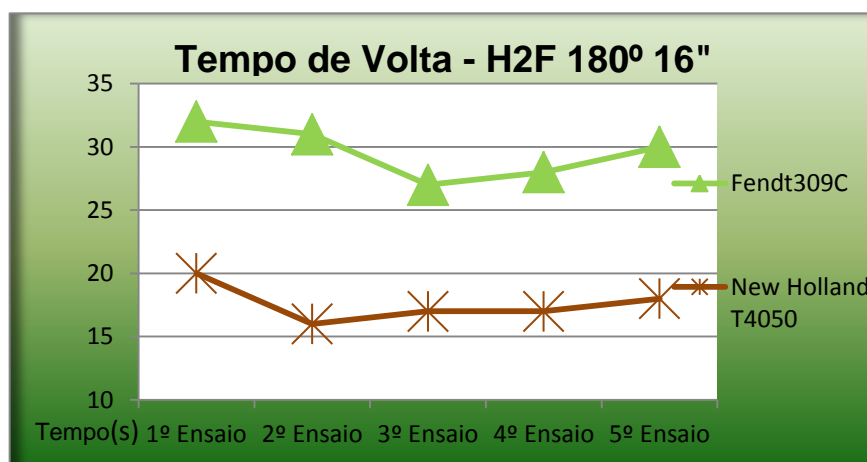


Figura 51 – Tempo de volta dos tratores intervenientes – H2F 180° 16"

Conforme referido anteriormente, o tempo de volta T_v é o indicador com maior disparidade de valores (fig. 51), com uma média de 12 segundos de diferença, sendo o que mais influencia diretamente a EC.

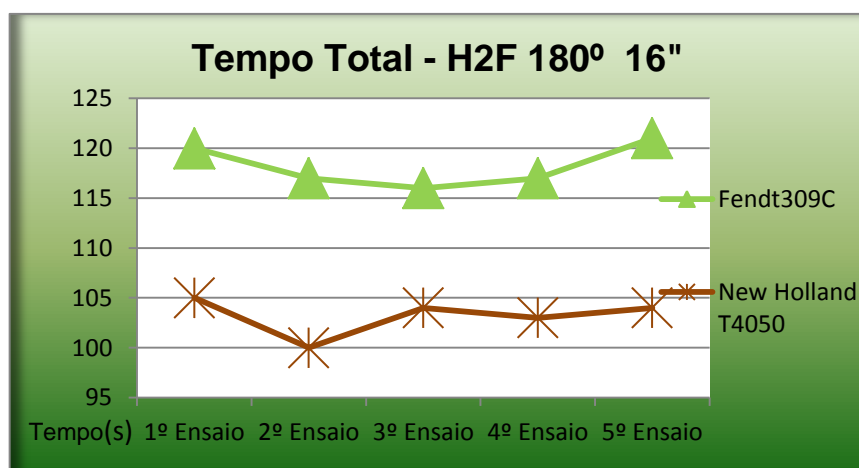


Figura 52 – Tempo total dos tratores intervenientes – H2F 180° 16"

O T_v tem um impacto direto no T_t (fig. 52), verificando-se que trator *Fendt 309C* realizou o mesmo trajeto num maior período de tempo (diferença de 15 segundos).

6. Conclusão

Na análise realizada, foram debatidas características fundamentais para uma máxima eficiência do trator agrícola na região de EDM.

Apesar de todas as condicionantes, tentamos compreender qual seria o enquadramento mais adequado do trator-alfaia em dois tipos de solos da região do EDM (franco arenoso e franco argiloso), em duas épocas bastante distintas.

Os três tratores convencionais (*New Holland TN75D*, *Fendt 309C* e *New Holland T4050*) apresentavam características semelhantes, porém desfasados na potência máxima fornecida por cada um deles. Verificou-se que nem sempre o trator mais potente é o mais eficiente.

Daí que quando se pretenda adquirir um trator é de todo conveniente que esteja adequado ao parque de máquinas e à região, de forma a se obter uma maior produtividade a um mais baixo custo.

Com todos os dados obtidos, pode-se concluir que o trator de marca *New Holland TN75D* com uma potência de 55,5 kW, não corresponde aos critérios, segundo (Santos, 1996) relativamente às condições exigentes para a mobilização primária na região, com uma charrua agrícola *Herculano H2F 180°* nos dois diferentes tipos de solo, para uma EC média de 80 a 90%.

Por sua vez, o trator de marca *Fendt 309C*, com uma potência máxima de 74 kW enquadra-se bem num solo de textura franco arenoso, com a designação *H2F 180° 16"*, obtendo nesta última um aproveitamento máximo de 90% da sua potência, segundo Santos, (1996). No entanto, num solo de textura franco argiloso o mesmo já não se verifica, pois não cumpre com os parâmetros segundo o autor.

No que respeita ao trator *New Holland T4050*, com uma potência de 70,3 kW, este obteve uma excelente EC, adaptando-se bem às condições menos favoráveis durante todo o ensaio prático.

Relativamente ao desempenho da charrua agrícola da marca *Herculano – Mengele* o estudo comprova que é uma alfaia que se adapta ao tipo de solo da região, permitindo

uma excelente regulação e ajuste à potência do trator necessária, demonstrando a sua boa qualidade.

Com o decorrer do ensaio prático, apercebemo-nos da dificuldade em obter resultados concretos, pelas diversas condicionantes envolvidas. Seria necessário realizar um estudo por um período de tempo mais longo, é uma área bastante mais extensa, para se obter um resultado médio mais preciso e para se medir/estimar todos os tempos acessórios (Preparação, afinação, repouso e tempos mortos, etc).

Apesar de tudo, o trabalho desenvolvido nesta dissertação correspondeu às nossas expectativas, tendo procurado reforçar-se a importância que os tratores têm na mobilização primária. Reconhecemos que num trabalho com uma componente prática tão marcante, e com um trabalho de campo bastante exaustivo, tenha sido difícil a demonstração dos resultados no texto.

Contudo, este trabalho serviu de reflexão e de consolidação de conhecimentos teóricos e práticos que, com toda a certeza, serão úteis na nossa vida profissional futura.

7. Bibliografia

Bianchi de Aguiar, F. (1987). Comportamento à tração do trator de rastos nos novos sistemas da vinha na Região Demarcada do Douro. Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Bianchi de Aguiar, F. (1989). Mecanização das vinhas de encosta da Região Demarcada do Douro. Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Braga, R., 2009. Viticultura de precisão: um caso particular de agricultura de precisão. In Viticultura de Precisão. (R. Braga). Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola, AJAP, Lisboa, pp. 3-22.

Briosa, F. (1973). Charrua de dois discos reversíveis. Lisboa. ISA.

Briosa, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Sintra. Galucho.

Briosa, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Lisboa. Fotogravura União.

Carvalho Cardoso, J. (1965), Os Solos de Portugal sua Classificação, Caracterização e Génese 1- A Sul do Tejo, Lisboa. Engenheiro Agrónomo, Investigador da Estação Agronómica Nacional. pp. 310

Carvalho, M., 2001. Manual de divulgação de Sementeira direta e técnicas de mobilização mínima. Direção de Desenvolvimento Rural. Lisboa.

Cary, F. C. e Azevedo, A. L. (1966). Transporte e Movimentação de Produtos na Exploração Agrícola. In: Excertos das Lições de Agricultura Geral e Maquinas Agrícolas. I.S.A.(ed. Ciclostilada 115pp. (citado por Coelho, J. (1992))

Coelho, J. (1992). Análise de Projetos de Emparcelamento Rural. O Caso de Valença do Minho. Tese de doutoramento. U.T.L., I.S.A. Lisboa, pp 214

Coelho, J. P. e Silva, L. M. e Pinheiro, A. C. e Tristany, M. e Neto, M. C., 2009. Agricultura de precisão. In Agricultura de Precisão. (J. P. Coelho e J. R. Silva). Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola, AJAP, Lisboa, pp. 125.

Costa, J. B. (1991). Caracterização e constituição do solo. 4ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Galucho. (s/d). Grades de discos tipo offset. S. João das Lampas. Galucho.

Henriques, J. (2001). Análise dos encargos com a utilização das máquinas agrícolas. IHERA Instituto Hidráulico, Engenharia Rural e Ambiente.

Hunt, D. (1983). Machine Performance. In: Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Ames. 8 Ed. 352p.

Lamarca, C.C., (1999). Agricultura de Conservación. Edições Eumédia.

Lourenço, J. S. e Alves, V. M. (1968). Tempos de trabalho agrícola numa região do Noroeste. F.C.G. Centro de Estudos de Economia Agrária de Lisboa. (citado por Coelho, J. (1992))

Martins, A. (2006). Apontamentos das aulas teóricas da disciplina Ciências dos Solos. Vila Real. UTAD.

Mendes, J. M. (1983). Contribuição para o estudo dos dias disponíveis para a realização dos trabalhos agrícolas. Relatório de atividade do aluno estagiário do curso de Engenheiro Agrónomo. U.T.L., I.S.A. Lisboa. (citado por Coelho, J. (1992))

Peça Oliveira, J. e Serrano, J. (2010) ICAAM, Departamento de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora; Regras básicas para um menor peso energético e económico da mecanização em Bio(Energia). pp 20

Santos, F. (1988). O pneumático na agricultura. Vida Rural **21**: 54 - 58

Santos, F. (1992). Estudo e adaptação de um pulverizador de jacto transportado à cultura da vinha instalada em patamares na Região Demarcada do Douro. Vila Real. UTAD.

Santos, F. (1996). Equipamentos para tratamento de culturas. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 61. UTAD. Vila Real. 61 pp.

Santos, F. (1996). Os equipamentos de mobilização. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 63. UTAD. Vila Real. 45 pp.

Santos, F. (1996). Os sistemas de lubrificação e os lubrificantes nos equipamentos agrícolas. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 68. UTAD. Vila Real. 51 pp.

Santos, F. (1996). Os sistemas de ligação trator-alfaia. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 73. UTAD. Vila Real. 22 pp.

Santos, F. (1996). O pneumático na agricultura. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 78. UTAD. Vila Real. 19 pp.

Santos, F. (1996). Equipamentos para preparação, manutenção e distribuição de alimentos. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 82. UTAD. Vila Real. 27 pp.

Santos, F.; Fevereiro, F. (1996). Os combustíveis na agricultura. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 83. UTAD. Vila Real. 32 pp.

Santos, F. (1997). A electrónica nos tratores agrícolas. AJAP - Associação dos Jovens Agricultores de Portugal. Norte Agrícola. Vila do Conde

Santos, F. (2003). Escolha da potência de um trator. Vila Real. UTAD. 5 pp

Santos, F. (2007). Agricultura de precisão (versão provisória). Vila Real. UTAD. 60 pp

Serrano, João M. P. R., "Contribuição para a optimização do sistema dinâmico trator-alfaia em mobilização do solo", Tese de Doutoramento, Évora, Serviço de Reprografia e Publicações da Universidade de Évora, p. 96-97, Julho, 2002.

Serrano, J.; Peça, J.; Pinheiro, A.; Carvalho, M.; Nunes, N.; Ribeiro, L.; Santos, F. (2003). O consumo de combustível por hectare como indicador da eficiência energética de utilização do trator agrícola em mobilização do solo. 1º Simpósio Nacional de Engenharia Rural. Lisboa.

Teles, M. (2006). Apontamentos das aulas teóricas da disciplina Tecnologia e Mobilização dos solos. Vila Real. UTAD.

Witney, B. (1988). Machine Performance. In: Choosing and using farm machines. Longman Scientific & Technical, London, 95-128. (citado por Coelho, J. (1992))

Anexos

Anexo I – Catalogo da Charrua *Herculano* H2F 180°

Fonte: *Herculano* - Grupo *Ferpinta*

Charruas de 2 Ferros 180° H2F

Hidráulicas (H)/ Mecânica (M)

Características Principais:

- Peças de desgaste em aço boro temperado;
- Montagem fácil aos 3 pontos do tractor;
- Reviramento hidráulico, sobre rolamento de agulhas;
- Regulação do ângulo de ataque dos corpos;
- Ajuste lateral às diferentes bitolas do tractor;
- Regulação da verticalidade dos teirós;
- Formões reversíveis em aço silício;
- Afiinação das raspadeiras;
- Chassis em tubo.



CRIAR CATÁLOGO

CONDIÇÕES GERAIS DE GARANTIA

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

IVA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Código		Modelo	Reviramento	Desaf. Solo	Larg. Trab.	Prof. Trab.	Peso	Pot. Acons.	
S/ Raspadeiras	C/ Raspadeiras								
40530237	40530236	H2F 180 - 12H	Hidráulico	60 cm	62 cm	30 cm	510 kg	45 - 55 cv	
40530239	40530238	H2F 180 - 13H	Hidráulico	70 cm	66 cm	35 cm	590 kg	55 - 70 cv	
40530241	40530240	H2F 180 - 14H	Hidráulico	70 cm	71 cm	35 cm	610 kg	60 - 75 cv	
40530243	40530242	H2F 180 - 16H	Hidráulico	70 cm	81 cm	35 cm	640 kg	70 - 85 cv	
-/ 40530235		H2F 180 - 12M	Mec.	60 cm	62 cm	30 cm	510 kg	45 - 55 cv	
-/ 40530244		H2F 180 - 13M	Mec.	70 cm	66 cm	35 cm	590 kg	55 - 70 cv	
-/ 40530245		H2F 180 - 14M	Mec.	70 cm	71 cm	35 cm	610 kg	60 - 75 cv	
-/ 40530246		H2F 180 - 16M	Mec.	70 cm	81 cm	35 cm	640 kg	70 - 85 cv	

Notas:

- As fotos apresentadas, podem não corresponder à versão standard do equipamento.
- Os catálogos, impressos em papel, podem não corresponder à versão mais actualizada do produto.
- A Herculano reserva-se o direito de alterar o produto sem aviso prévio.

Anexo II – Catalogo da Grade de Discos *Herculano HRM* Fonte: *Herculano - Grupo Ferpinta*

Grades de Discos HRM

Montadas nos 3 pontos
Características Principais:

- Grades offset (tipo "V"), montadas;
- Tirante com comprimento ajustável;
- Raspadeiras reguláveis;
- Chumaceiras lubrificáveis;
- Veio dos discos em aço tratado: quadrado 28 mm;
- Discos lisos / recortados;
- Espaço de 230 mm entre discos;
- Engate automático nos mod. HRM 18 e HRM 22.



CRIAR CATÁLOGO

CONDIÇÕES GERAIS DE GARANTIA

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

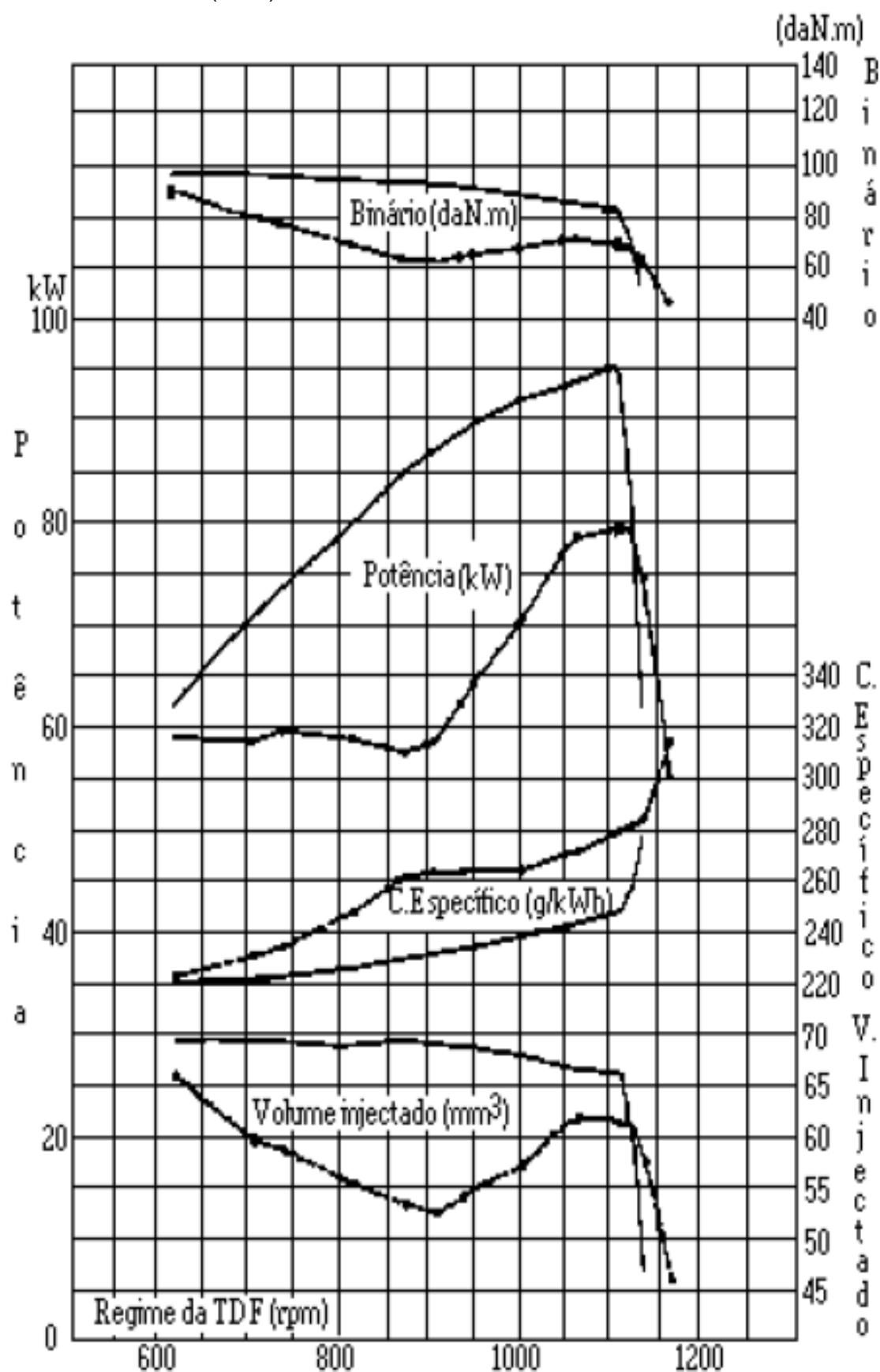
IVA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Código		Modelo	Nº Discos	Diâm. Discos	Chumaceiras	Larg. Trab.	Peso	Pot. Acons.	
Abert. Mec.	Abert. Hidr.								
41121420	41121421	HRM 14-20	14	20" (510 mm)	4	1,60 m	535 kg	30-40 cv	
41121630	41121631	HRM 16-22	16	22" (560 mm)	6	1,80 m	640 kg	40-50 cv	
41121830	41121831	HRM 18-22	18	22" (560 mm)	6	2,05 m	690 kg	50-60 cv	
41121840	41121841	HRM 18-24	18	24" (610 mm)	6	2,05 m	735 kg	55-60 cv	
41122031		HRM 20-22	20	22" (560 mm)	6	2,30 m	820 kg	55-70 cv	
41122041		HRM 20-24	20	24" (610 mm)	6	2,30 m	850 kg	65-75 cv	
41123031		HRM 22-22	22	22" (560 mm)	8	2,50 m	870 kg	60-75 cv	
41123041		HRM 22-24	22	24" (610 mm)	8	2,50 m	930 kg	70-85 cv	

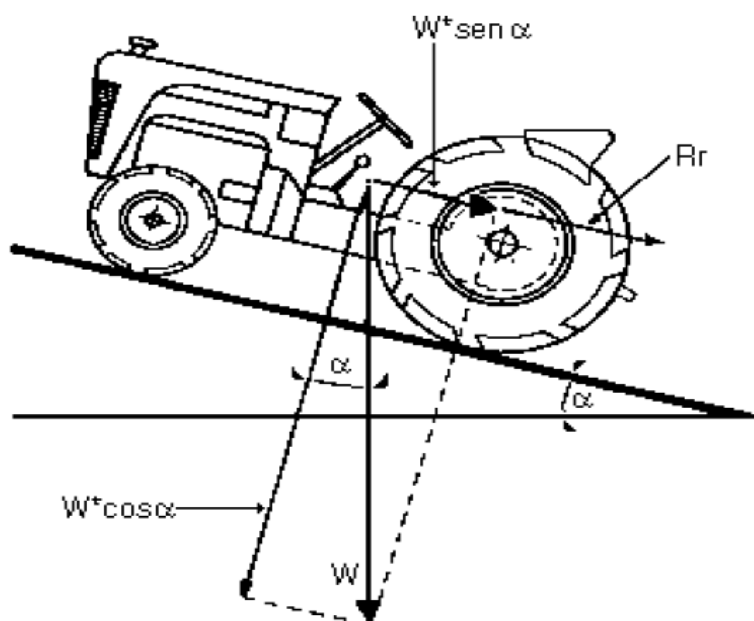
Anexo III – Curvas características de um motor novo (curvas contínuas) e usado (curvas com pontos).

Fonte: CEMAGREF (1992)



Anexo IV - Representação das forças desenvolvidas para deslocar um tractor num plano inclinado.

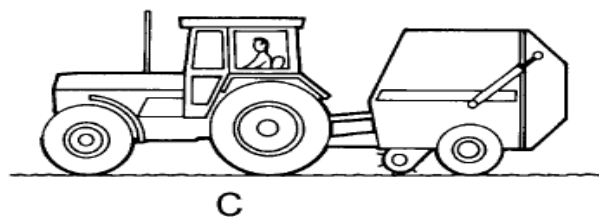
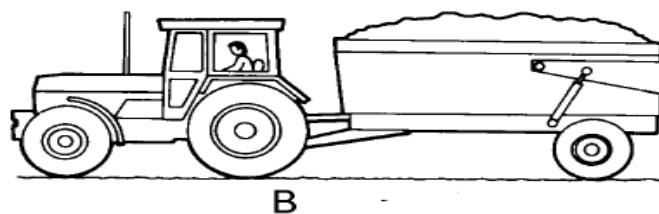
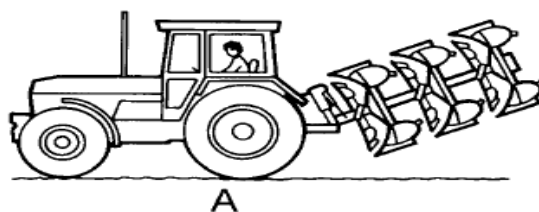
Fonte: CEMAGREF (1974)



Anexo V – Principais tipos de ligação tractor - alfaia.

A- Alfaia montada B- Alfaia semi-montada C- Alfaia rebocada

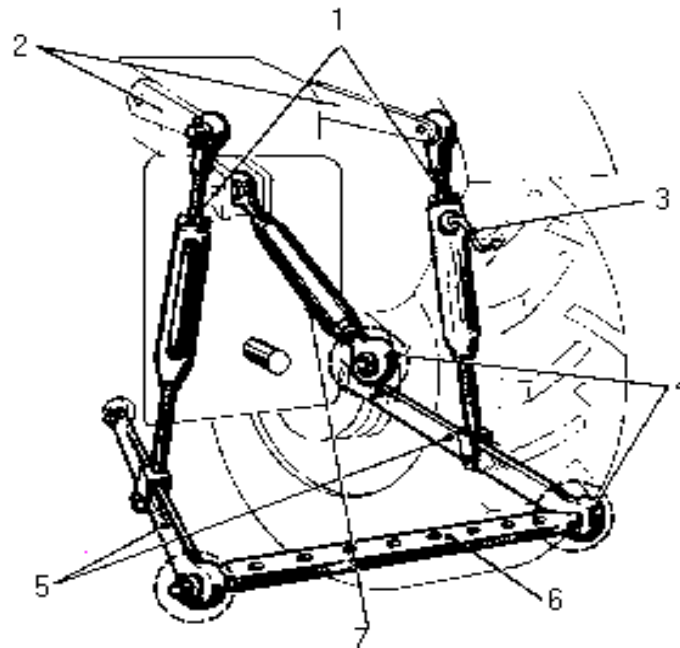
Fonte: CEMAGREF (1991)



Anexo VI - Representação do sistema de engate por três pontos.

1- Pendurais; 2- Braços superiores; 3- Manivela; 4- Rótulas; 5- Braços inferiores; 6- Barra de tracção; 7- Barra do 3o ponto.

Fonte: CEMAGREF (1986)



Anexo VII – Princípio de funcionamento do sistema hidráulico.

1- Alavancas de controlo de posição e tracção; 2- Dispositivos de controlo de posição e tracção; 3- Braço superior do sistema de elevação; 4- Bomba hidráulica; 5- Distribuidor; 6- Êmbolo; 7- Ligação aos três pontos.

Fonte: CEMAGREF (1991)

